



Luís Filipe Barradas Mendes

Licenciado em Engenharia do Ambiente

Produção de biodiesel, situação atual e perspetivas futuras

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Energia e Bioenergia

Orientador: Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando,
Professora Auxiliar, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Benilde Simões Mendes

Vogais: Prof. Doutora Maria Margarida Boavida Pontes Gonçalves

Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Janeiro 2015

Produção de biodiesel, situação atual e perspectivas futuras

“Copyright”, Luís Filipe Barradas Mendes, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

AGRADECIMENTOS

Quero desde já agradecer à Professora Doutora Ana Luísa Fernando pelo apoio e orientação em toda a dissertação. Pela paciência, trabalho e motivação que me conferiu em todos os momentos, pela aprendizagem que adquiri durante a frequência do mestrado assim como na dissertação, pela insistência e serenidade com que trabalha, pela pessoa que é, o meu muito obrigado.

À Professora Doutora Benilde Mendes pela ajuda na escolha do tema.

A todos os Professores do Mestrado em Energia e Bioenergia pela dedicação e empenho nas suas diferentes áreas académicas, que muito contribuíram para o enriquecimento da minha formação.

Aos meus Pais, que sempre estiveram presentes nos bons e maus momentos.

Obrigado a todos.

RESUMO

Foi objetivo deste trabalho, reunir informação sobre o estado atual do biodiesel no seu contexto geral em todo no mundo, fazendo um cruzamento de dados para nos ajudar a compreender a situação atual do biodiesel, em Portugal, assim como na Europa e no mundo.

Começou-se por realçar a importância do Biodiesel, vantagens e desvantagens da utilização do biodiesel, considerando os aspetos ambientais, sociais e políticos associados à produção e utilização de biodiesel. No caso europeu, foi sublinhada a relevância da produção de biodiesel no contexto atual da diretiva renováveis.

No que diz respeito a Europa, a colza e o girassol são as oleaginosas que representam um papel mais relevante na produção de biodiesel. A França e a Alemanha são países de destaque na Europa neste contexto, em que a Alemanha é responsável por cerca de 42% da produção mundial, sendo a sua produção feita a partir da colza. Na Europa, as principais empresas que estão a produzir biodiesel são a OVI, Prio Energy e Ecomotion. Os principais constrangimentos à produção de culturas para produção de biodiesel prendem-se com a mudança de uso do solo.

Foi também objetivo salientar alguns aspetos e dados sobre a situação nacional. Atualmente as grandes produtoras de biocombustíveis – biodiesel –, a nível nacional são a Iberol e a Torrejana, detida pela Tracopol (base soja e colza). Estas duas empresas têm uma capacidade instalada de 200 mil toneladas, que é adquirida na totalidade pela Galp, o que permitiu atingir os 3% de penetração no combustível líquido comercializado. No entanto, em termos de área agrícola necessária a GALP aponta para a necessidade de 700000 e 1000000 ha, sendo inevitável a importação de semente para a produção de biocombustíveis.

No que diz respeito ao continente americano, a oleaginosa mais usada é a soja sendo os principais países produtores o Brasil e os EUA. Também neste continente, a mudança do uso do solo é uma das principais condicionantes à produção destas culturas ricas em óleo.

O continente asiático tem apostado fortemente na produção de culturas oleaginosas, com maior relevância para o óleo de palma. No extremo oriente, o óleo de palma é a matéria-prima mais representativa para a produção de biodiesel, sendo os principais países produtores a Malásia, a Indonésia e a China. A mudança do uso do solo é também problemática na produção de culturas para produção de óleo.

No continente africano, Moçambique foi o país abordado com as suas culturas energéticas, as problemáticas das divisões dos terrenos e a aposta da Galp e da Visabeira no óleo de *jatropha* e de palma. No resto do continente a aposta tem recaído na produção de *jatropha* mas sem grandes sucessos.

Abstract

This study aimed , gathering information about the current state of biodiesel in its overall context throughout the world , making a crossing data to help us understand the current situation of biodiesel in Portugal as well as in Europe and worldwide.

It was first highlighted the importance of Biodiesel, advantages and disadvantages of using biodiesel, considering the environmental social and political aspects, associated with the production and use of biodiesel. In the European case, it was stressed the importance of biodiesel production in the current context of renewable policy.

With regard to Europe, rapeseed and sunflower oil are representing a more important role in the production of biodiesel. France and Germany are leading countries in Europe and Germany is responsible for about 42% of world production, with a production made from rapeseed. In Europe, the companies that are producing biodiesel are the OVI, Prio Energy and Ecomotion. The main constraints to the production of crops for biodiesel production is relate to the land use change.

It was also aimed to highlight some aspects and data on the national situation. Currently the major producers of biofuels - biodiesel - at national level are the Iberol and Torrejana, owned by Tracopol (base soybeans and rapeseed). These two companies have an installed capacity of 200 thousand tons, which is acquired in full by Galp, which achieved the 3% penetration in sales liquid fuel. However, in terms of the agricultural area required Galp points to the need for 700000 to 1000000 ha, meaning that grain imports are necessary for the production of biofuels.

With regard to the American continent, the most used oil crop is soy being the main producing countries Brazil and the USA. Also in this continent, land use change is one of the main constraints to the production of these oil-rich crops.

The Asian continent has bet heavily in the production of oilseed crops, with greater relevance for palm oil. In the east, palm oil is the raw material most representative for biodiesel production, the main producing countries Malaysia, Indonesia and China. The land use change is also problematic in the production of crops for oil production.

In Africa, Mozambique was the country dealt with its energy crops, the problems of divisions of land and the bet made by Galp and Visabeira in *jatropha* and palm oil. In the rest of the continent the the production of *jatropha* is being the crop most chosen but without great success.

ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO	1
2. PRODUÇÃO DE BIODIESEL.....	4
2.1 Matérias-primas para a produção de biodiesel	4
2.2 Processos de produção de biodiesel	6
2.2.1 Transesterificação por catálise ácida	8
2.2.2 Transesterificação por catálise básica	8
2.2.3 Transesterificação usando condições supercríticas	9
2.2.4 Transesterificação enzimática.....	9
2.3 Vantagens na utilização do biodiesel.....	9
2.3.1. Os saldos de gases-estufa do biodiesel	10
2.4 Desvantagens na utilização do biodiesel	11
2.4.1 Problemas ambientais, sociais e políticos associados à produção de biodiesel	11
2.5 Importância do Biodiesel no contexto atual da Diretiva renováveis	16
3. Produção Mundial de Biodiesel.....	25
4. Produção de Biodiesel na Europa.....	27
4.1 Colza	27
4.2 Girassol	28
4.3 Produção de Biodiesel na Europa.....	30
4.4 A situação nacional	35
4.5 Empresas produtoras	37
5. Produção de Biodiesel no Continente Americano.....	39
5.1 Soja	39
5.2 Óleos Vegetais e o Biodiesel no Brasil	40
5.3 EUA	41
5.4 Impacto da produção de biodiesel no continente americano.....	44
5.5 Políticas do continente americano em relação ao biodiesel	45
6. Produção de Biodiesel no Extremo Oriente	47
6.1 Malásia	48
6.2 Indonésia	54
6.3 China	59

7. Produção de biodiesel no continente africano	63
7.1 Moçambique	63
CONCLUSÕES	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Produção primária anual de culturas oleaginosas. (FAOSTAT, 2014).....	5
Figura 2.2: Reação de transesterificação.	6
Figura 2.3: Processo de produção de biodiesel (Rodrigues, 2006).....	7
Figura 2.4: Projeção da quantidade de Biodiesel nos transportes (em ktep) entre 2005 e 2020 (Beurskens, e Hekkenberg, 2010).....	19
Figura 2.5: Isenção de ISP praticado em vários países da EU (em €/1000 l) (Biofuels Support, 2010)	21
Figura 3.1: Produção mundial de biocombustíveis (BP, 2014).....	25
Figura 3.2: Estado de Arte do Biodiesel no Mundo (EBB, 2007).....	26
Figura 4.1: Colza.	27
Figura 4.2: Girassol.	29
Figura 4.3: Produção de biodiesel dos países da União Europeia – mil toneladas (1998-2008).	30
Figura 4.4: Produção de Biodiesel na Europa 2010	31
Figura 4.5: Capacidade de Produção de Biodiesel 2012.....	31
Figura 4.6: Certificações Prio Energy.	38
Figura 4.7: Prio Energy	38
Figura 5.1: Soja	40
Figura 5.2: Fábricas de Biodiesel instaladas e em construção nos EUA até 2005.	43
Figura 5.3: Principais pontos de venda nos EUA.....	43
Figura 6.1: Produção de óleo de palma na Indonésia e outros produtores mundiais.	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Comparação das características típicas de um gasóleo e de um biodiesel de acordo com as normas 590 (gasóleo) e EN 14214 (biodiesel) (Gomes, 2006).....	2
Tabela 1.2: Parâmetros de conformidade do biodiesel, de acordo com a norma europeia NP EN 14214 (2009).	2
Tabela 2.1: Principais oleaginosas e a sua produção (El Bassam, 1998).....	5
Tabela 2.2: Propriedades do óleo de girassol, óleo de colza e respectivos ésteres metílicos, por comparação com o diesel (El Bassam, 1998).....	7
Tabela 2.3: Identificação de problemas ambientais associados à cadeia de produção de biocombustíveis (Bringezu et al., 2009).	13
Tabela 2.4: Objetivos globais nacionais para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia na UE (Diretiva 2009/28/CE).....	17
Tabela 2.5: Suporte à produção de biocombustíveis na União Europeia em 2007 e 2008 (Biofuels Support, 2010).....	20
Tabela 2.6: Legislação em vigor em Portugal (DGEG, 2010).....	22
Tabela 4.1: Origem do biodiesel consumido na UE em 2010.....	33

1.INTRODUÇÃO

O biodiesel refere-se ao combustível formado por ésteres de ácidos gordos, ésteres metílicos, etílicos ou propílicos de ácidos carboxílicos de cadeia longa. É um combustível renovável e biodegradável, obtido comumente a partir da reação química de lípidos, óleos ou gorduras, de origem animal (e.g., sebo) ou vegetal (e.g. óleo de colza), com um álcool na presença de um catalisador (reação conhecida como transesterificação). Pode ser obtido também pelos processos de craqueamento e esterificação.

O processo de transesterificação dos óleos e gorduras é conhecido desde o fim do século XVIII e tem sido largamente utilizado. Os produtos desta reação de transesterificação são ésteres de ácidos gordos (80-90%) e glicerina (10-20%, considerada atualmente um subproduto da produção de biodiesel) (Silva, 2009).

O biodiesel é um combustível com propriedades muito semelhantes às do gasóleo. Esta semelhança permite utilizar o biodiesel como um combustível alternativo nos veículos com motor diesel, quer puro, quer em mistura com o gasóleo. Neste caso, a mistura de 2% de biodiesel ao gasóleo é chamada de B2 e assim sucessivamente. O biodiesel puro é denominado B100. Para além do biodiesel ser um combustível para transporte, usado puro ou em mistura com o gasóleo, pode igualmente ser usado como combustível para aquecimento (Zhang et al., 2003).

O biodiesel apresenta todas as características necessárias para a sua utilização nos motores atuais com bombas de injeção ciclo-rotativas e de injeção eletrónica, fazendo desse biocombustível o mais direto competidor ao gasóleo (Silva, 2009). Comparando as características do biodiesel e do gasóleo (tabela1.1), verifica-se que, em geral, o biodiesel apresenta valores mais elevados de viscosidade, densidade, índice de cetano e ponto de solidificação, e valores mais reduzidos de poder calorífico, devido à composição. O biodiesel apresenta um teor em água e oxigénio superior ao gasóleo, mas inferior em carbono, sendo constituído por ésteres metílicos dos ácidos gordos em C12-C22, enquanto o gasóleo é constituído por hidrocarbonetos em C10-C21 (Gomes, 2006).

A qualidade do biodiesel produzido e a utilizar é regulada através da norma europeia NP EN 14214 (tabela1.2). A norma impõe limites para diversos parâmetros físicos e químicos e define quais as normas de ensaio a serem utilizadas para a avaliação destes parâmetros. As propriedades do biodiesel produzido dependem das propriedades da matéria-prima e das condições de produção. Como já referido, podem utilizar-se como matérias-primas óleos e gorduras, que podem ser de origem vegetal ou animal. Ultimamente, os óleos produzidos por microalgas têm sido também equacionados para a produção de biodiesel. Os óleos alimentares usados são também uma fonte de matéria-prima para a produção, aliando a redução de um

resíduo à produção de um combustível renovável (biodiesel), com benefícios económicos e ambientais.

Tabela 1.1: Comparação das características típicas de um gasóleo e de um biodiesel de acordo com as normas 590 (gasóleo) e EN 14214 (biodiesel) (Gomes, 2006).

Características	Gasóleo	Biodiesel
Poder calorífico Btu/gal	131,295	117,093
Viscosidade cinemática kg/L (40°F)	1,9-4,1	1,9-6,0
Gravidade específica kg/L (60°F)	0,85	0,88
Densidade, lb/gal 15°C	7,079	7,328
Água, % vol.	0,02	0,05
Oxigénio, % em peso	0	11
Hidrogénio, % em peso	13	12
Carbono, % em peso	87	77
Ponto de nuvem °C	-15 a 5	-3 a 12
Enxofre, % em peso	0,05	0,05
Ponto de solidificação °C	-35 a -15	-15 a 16
Índice de cetano	40 - 55	48 - 60

Tabela 1.2: Parâmetros de conformidade do biodiesel, de acordo com a norma europeia NP EN 14214 (2009).

Propriedade	Mínimo	Máximo
Teor em ésteres % (m/m)	96,5	-
Densidade a 15°C, kg/m ³	860	900
Viscosidade a 40°C, mm ² /s	3,50	5,00
Ponto de inflamação, °C	101	-
Teor em enxofre, mg/kg	-	10,0
Resíduo carbonoso (nos 10% do resíduo de destilação), % (m/m)	-	0,3
Índice de cetano	51,0	-
Teor em cinzas sulfatadas, % (m/m)	-	0,02
Teor em água, mg/kg	-	500
Contaminação total, mg/kg	-	24
Estabilidade à oxidação, 110°C, horas	6,0	-
Índice de acidez, mg KOH/g	-	0,50
Índice de iodo, g I ₂ /100g	-	120
Éster Metílico do ácido linolénico, % (m/m)	-	12
Ésteres metílicos polinsaturados (≥ 4 duplas ligações), % (m/m)	-	1
Teor em metanol, % (m/m)	-	0,20
Teor em monoglicéridos, % (m/m)	-	0,80
Teor em diglicéridos, % (m/m)	-	0,20
Teor em triglicéridos, % (m/m)	-	0,20
Glicerol livre, % (m/m)	-	0,02
Glicerol total, % (m/m)	-	0,25
Metais alcalinos, mg/kg	-	5,0
Teor em fósforo, mg/kg	-	4,0

É de salientar que como alternativa aos combustíveis fósseis, nomeadamente ao gasóleo, o biodiesel tem vindo a assumir um papel de destaque no contexto das energias renováveis,

especialmente no sector dos transportes rodoviários, possibilitando a redução da dependência dos recursos não renováveis. No entanto, a sua produção e utilização a nível europeu e mundial, apesar de apresentar vantagens, apresenta também limitações e constrangimentos.

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a situação atual da produção de biodiesel a nível mundial, analisando quais as matérias-primas utilizadas para a sua produção, métodos de produção, assim como os aspetos ambientais, sociais, económicos e políticos, associados à produção e utilização de biodiesel.

A revisão da presente informação, foi fundamentada com base na forma dispersa e pouca organizada em como se encontram os dados em vários artigos, portais eletrónicos e outras fontes. Pretende-se com este trabalho fazer um cruzamento de dados, de forma a tornar-se mais perceptível o estado atual da produção e consumo de biodiesel nos diferentes continentes, tendo como referência os principais países onde são desenvolvidas atividades relacionadas com o biodiesel. A análise crítica dos dados pretende também indicar as perspectivas futuras da produção e utilização do biodiesel.

2. PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Reduzir a poluição ambiental é hoje um objetivo mundial. Todos os dias tomamos conhecimento de estudos e notícias indicando os problemas associados ao efeito estufa. O uso de combustíveis de origem fóssil tem sido apontado como o principal responsável por isso. A Comunidade Europeia, os Estados Unidos, e diversos outros países vêm estimulando a substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, incluindo o biodiesel, diante da sua expressiva capacidade de redução da emissão de diversos gases causadores do efeito estufa, a exemplo do gás carbônico e enxofre. Melhorar as condições ambientais, sobretudo nos grandes centros metropolitanos, também significa reduzir os custos dos governos e dos cidadãos no combate à poluição e seus efeitos. Além disso, a produção de biodiesel possibilita planejar financiamentos internacionais em condições favorecidas, no mercado de créditos de carbono, sob o mecanismo de desenvolvimento limpo, previsto no protocolo de Quioto. A substituição de gasóleo por biodiesel contribui também para equilibrar o aumento do consumo de derivados do petróleo e diminuição das reservas de combustíveis fósseis.

2.1 Matérias-primas para a produção de biodiesel

Maioritariamente, o biodiesel é produzido a partir de óleos vegetais. As propriedades do biodiesel produzido vão depender, para além das condições de produção, do tipo de oleaginosa utilizada.

Em termos mundiais de produção de oleaginosas, a partir dos dados estatísticos da FAO (2014) é possível afirmar que no continente americano, o Brasil tem vindo a envidar esforços no sentido de aumentar a produção em soja, enquanto na Ásia, a China, a Índia, a Indonésia e a Malásia centram a sua produção na palma, com o objetivo de produzir óleo. Na Europa, a estratégia é mais diversificada, mas centra-se principalmente na produção de colza e de girassol, com as maiores produções centradas em França, Alemanha, Rússia, Espanha e Ucrânia.

O continente asiático, seguido pelo continente americano (neste caso devido sobretudo à contribuição dos Estados Unidos da América), registam as maiores produções de oleaginosas (Figura 2.1). Os Estados Unidos da América, registam uma produção anual média crescente da ordem das 16 milhões de toneladas de soja. Contudo, a produção da Argentina, do Brasil e do Canadá (8, 10 e 4 milhões de toneladas, respectivamente) também têm expressão e contribuem para colocar o continente americano próximo dos níveis de produção da Ásia (Figura 2.1) (FAOSTAT, 2014).

O continente asiático tem apostado fortemente na produção de culturas oleaginosas, com maior relevância para o óleo de palma.

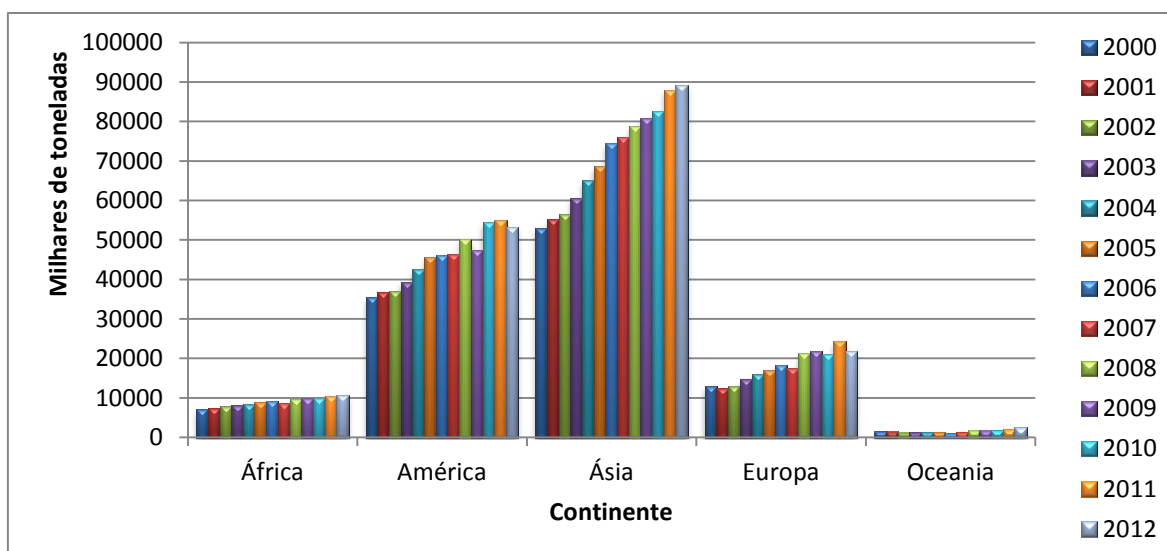


Figura 2.1: Produção primária anual de culturas oleaginosas. (FAOSTAT, 2014).

As principais oleaginosas e a sua produção podem ser revistas na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Principais oleaginosas e a sua produção (El Bassam, 1998).

Cultura	Produção semente (t/ha)	Óleo (%)	Óleo (t/ha)
Rícino	1,2	50	0,60
Coco	4,17	36	1,5
Algodão	1,2	15-25	0,29
Linho	1,8	30-48	0,70
Cânhamo	0,5-2,0	28-35	0,14-0,7
Jojoba	2,1	48-56	1,01-1,18
Palma	30	26	7,8
Oliveira	1-12,5	40	0,4-5,0
Colza	2-3,5	40-50	1,26
Cártamo	1,8	18-50	0,63
Sésamo	0,5	50-60	0,25
Soja	2,1	18-24	0,38
Girassol	2,5-3,2	35-52	0,88-1,67

2.2 Processos de produção de biodiesel

A produção de biodiesel é realizada mediante um processo de transesterificação, podendo o biodiesel ser usado em substituição do gasóleo.

Na transesterificação, uma molécula de triglicérido (os óleos vegetais são formados maioritariamente por triglicéridos) reage com um monoálcool, normalmente o metanol, (Figura 2.2), na presença de um catalisador, dando origem a um monoéster (ésteres metílicos - o biodiesel) e glicerol (Felizardo, 2003).



Figura 2.2: Reação de transesterificação.

Em termos estritamente estequiométricos, para a reação de transesterificação são apenas necessárias 3 moles de álcool por cada mole de óleo para originar 3 moles de ésteres de ácidos gordos e 1 mole de glicerol (Figura 2.2). No entanto, na prática, utiliza-se um excesso de álcool de forma a deslocar o equilíbrio químico no sentido da síntese dos ésteres (Ma e Hanna, 1999). A razão molar álcool: óleo geralmente empregue no processo mais usual a nível industrial é de 6:1, e o álcool mais comumente usado é o metanol, devido ao seu baixo custo.

Existem outros processos possíveis com diferentes razões molares ou catalisadores e a utilização de etanol em vez do metanol. A utilização do etanol apesar de ser mais dispendiosa que o metanol, pode ser atrativa do ponto de vista ambiental, uma vez que esse álcool pode ser produzido a partir de uma fonte renovável (Felizardo, 2003).

A glicerina produzida poderá ser utilizada para diversos fins que vão desde a aplicação direta como lubrificante para usos menos nobres, à sua utilização como combustível para caldeiras de aquecimento de água, ou para usos mais nobres como a venda, após purificação, para a indústria de cosmética, farmacêutica e de sabonetes (Gomes, 2006).

O processo de produção de biodiesel compreende três fases principais: o pré-tratamento do OAU, a reação de transesterificação acima descrita e a purificação da mistura resultante de ésteres metílicos (biodiesel). Este processo pode ser descrito pelo diagrama que se segue (Figura 2.3).

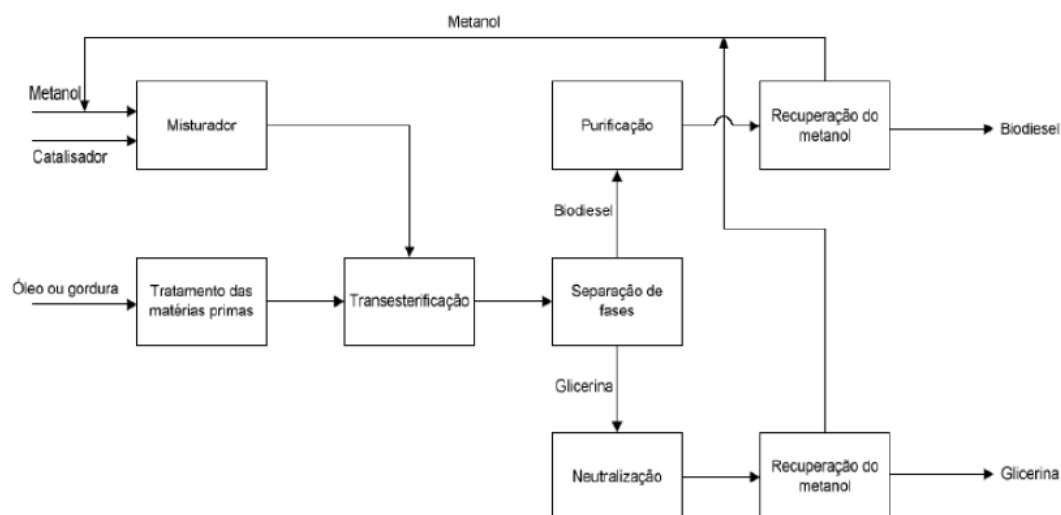


Figura 2.3: Processo de produção de biodiesel (Rodrigues, 2006).

Existem diversas metodologias de produção de biodiesel, desde as mais comuns usando a via química alcalina e/ou ácida, até às mais recentes usando catalisadores enzimáticos ou condições supercríticas (Oliveira, 2004). Nas secções seguintes será feita uma breve descrição das mesmas. O tipo de óleo que dá origem ao biodiesel afeta também as características do mesmo, tal como se pode verificar na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Propriedades do óleo de girassol, óleo de colza e respectivos ésteres metílicos, por comparação com o diesel (El Bassam, 1998).

Propriedades	Diesel	Óleo girassol	Ésteres metílicos do óleo de girassol	Óleo colza	Ésteres metílicos do óleo de colza
Viscosidade (cSt) 50°C	3	35	4	26	4
Calor de combustão (MJ/l)	35	34	33	34	33
Nº cetanas	>45	33	45-51	44-51	52-56
Carbono residual (%)	0,15	0,42	0,05	0,25	0,02
Enxofre (%)	0,29	0,01	0,01	0,002	0,002

2.2.1 Transesterificação por catálise ácida

Na transesterificação por catálise ácida são adicionados, em simultâneo, a fonte de triglicéridos, o catalisador ácido e o álcool. A mistura prévia do ácido com o metanol não é necessária, uma vez que ambos se encontram no estado líquido (Silva, 2009). As condições mais propícias para a reação ocorrer é a pressão atmosférica e a uma temperatura de 60 ° C.

A opção pela catálise ácida pode ter vantagens, nomeadamente devido ao facto de ocorrer esterificação dos ácidos gordos livres. No entanto, este tipo de transesterificação é pouco usada, devido à baixa velocidade de reação e ao facto de requerer equipamentos mais dispendiosos, associados à utilização de ácidos. Além disso, também requer razões molares superiores, o que obriga a utilizar reatores de maiores dimensões.

O processo de catálise ácida apenas foi demonstrado à escala laboratorial, sendo um processo que depende da percentagem de ácidos gordos livres presentes nos óleos (Gomes, 2006).

2.2.2 Transesterificação por catálise básica

A transesterificação por catálise básica é o mecanismo mais utilizado para produção de biodiesel, pois apresenta taxas de conversão bastante elevadas, sendo um processo rápido que envolve reagentes e equipamentos de menor custo. Além disso, aparenta ter menos consequências ambientais nocivas (Felizardo, 2003). Deste modo, além da extensa investigação laboratorial, este processo tem vindo a ser amplamente praticado à escala industrial.

A transesterificação por catálise básica ocorre em dois passos. Inicialmente, através da reação de um álcool com uma base forte, geralmente o hidróxido de sódio, formando o metóxido de sódio. Uma boa formação de metóxido de sódio é fundamental, pois reduz significativamente a formação de sabão, resultante da reação secundária de saponificação (Silva, 2009). No segundo passo, ocorre a transesterificação propriamente dita, onde o metóxido de sódio reage com os triglicéridos.

Em condições alcalinas, a presença de água pode provocar a hidrólise de alguns ésteres e a consequente saponificação, processo que não só consome catalisador como conduz à formação de sabões. Nesta situação verifica-se uma redução do rendimento da produção de ésteres associado a um aumento de dificuldade tanto na recuperação como na purificação do biodiesel. É por isso de extrema importância que quer o óleo quer o álcool utilizados no processo de transesterificação tenham um baixo teor em água.

Os produtos da reação são, essencialmente, o biodiesel e a glicerina, que irão formar duas fases distintas. A glicerina mais densa arrasta consigo a maioria das impurezas existentes, tal como os sabões, assim como o metanol e o metóxido de sódio que não reagiram. Na fase de biodiesel ficarão as moléculas de triglicéridos não convertidas ou semiconvertidas, tais como os monoglicéridos e os diglicéridos, bem como água e as impurezas acima referidas, mas em muito menor quantidade.

2.2.3 Transesterificação usando condições supercríticas

Através da catálise sob condições supercríticas é possível obter ésteres idênticos aos de uma catálise alcalina, com uma taxa de conversão superior, praticamente na ordem dos 100%, e num período de tempo muito mais curto, rondando os 4 minutos (Branco et al., 2007). Neste processo, a matéria-prima reage com o álcool a alta pressão (na ordem dos 45 MPa) e temperatura (na ordem dos 350°C), fazendo com que a mistura vaporize, proporcionando homogeneidade. Deste modo, os triglicéridos apolares podem ser bem solvatados pelo fluido supercrítico, formando um sistema unifásico álcool/óleo. A não utilização de catalisadores químicos torna mais fácil a separação dos produtos e, aparentemente, torna o processo indiferente ao teor de água e aos ácidos gordos presentes. Porém, apresenta algumas desvantagens associadas às altas temperaturas e pressões requeridas e às elevadas quantidades de metanol, rondando uma razão molar álcool: óleo de 42:1. Deste modo, atualmente, ainda é apenas uma tecnologia em estudo, não apresentando grande competitividade económica face à transesterificação alcalina (Branco et al., 2007).

2.2.4 Transesterificação enzimática

Tal como o nome indica, a transesterificação enzimática utiliza enzimas como catalisadores da reação. Os enzimas são compostos orgânicos, geralmente de natureza proteica, que, devido a serem sintetizados por seres vivos, são altamente versáteis na catálise de vários tipos de reações que ocorrem, normalmente, sob condições suaves, à temperatura ambiente e a pH próximo da neutralidade.

Cada enzima catalisa, geralmente, uma única reação ou um conjunto muito restrito de reações intimamente relacionadas, pelo que a formação de produtos secundários raramente ocorre. A especificidade para com o substrato é muita elevada, sendo por vezes absoluta. Todavia, a atividade enzimática é, geralmente, muito sensível às condições reacionais, que devem, portanto, ser rigorosamente controladas de modo a evitar a inativação da enzima. Fatores como a temperatura e o pH são extremamente relevantes, havendo deste modo valores ótimos e limites de tolerância que influenciam a sua atividade (Simas, 2008).

2.3 Vantagens na utilização do biodiesel

O biodiesel apresenta várias vantagens. É renovável, é um ótimo lubrificante e pode aumentar a vida útil do motor, tem risco de explosão baixo, precisa de uma fonte de calor acima de 150 graus Celcius para explodir, o seu transporte é fácil assim como o armazenamento, devido ao seu menor risco de explosão. Além disso, o biodiesel contribui para diminuir a poluição e o efeito estufa, a viabilidade do seu uso direto foi comprovada na avaliação dos componentes do motor, que não apresentou qualquer tipo de resíduo que comprometesse o desempenho, e na sua utilização como biocombustível, não precisa de nenhuma adaptação em automóveis, camiões, tratores ou máquinas. O biodiesel pode contribuir também para gerar emprego na agricultura, na produção de culturas oleaginosas. A renovabilidade deste biocombustível passa pelo fecho do ciclo do carbono, em que a libertação de gases que contribuem para o efeito

estufa, como o CO₂, são acumuladas na biomassa pelo processo fotossintético. O biodiesel apresenta também um poder calorífico muito semelhante ao do diesel e gera uma emissão de partículas relativamente reduzida. Na queima do biodiesel, ocorre a combustão completa, sendo necessária uma quantidade de oxigénio menor que na queima do diesel. Neste processo, o CO₂ combinado com a energia solar realimenta o ciclo. Não são necessárias alterações na tecnologia (peças e componentes) e de regulação, apenas é preciso que o biodiesel tenha uma qualidade definida. Por ser um produto natural e biodegradável, podem surgir problemas de degradação natural, nomeadamente processos de oxidação.

O biodiesel pode representar uma alternativa económica (embora ainda não o seja em muitos contextos), tendo a vantagem de ser confiável, renovável e pode fortalecer a economia de um país, gerando mais empregos, sobretudo em países como Portugal, que não têm reservas de combustíveis fósseis. Como combustível já é uma realidade em expansão, beneficia os agricultores e contribui para o crescimento económico dos terrenos abandonados, pois reduz a importação de combustíveis, promovendo a valorização dos recursos energéticos. No entanto, e apesar do biodiesel ser uma alternativa tecnicamente viável para ao diesel, o seu custo hoje, é de 1,5 a 3 vezes superior ao do diesel, tornando-o não competitivo se, externalidades positivas, como o ambiente local, o clima, a geração e manutenção de emprego, e o balanço de pagamentos não forem considerados. Esses custos já consideram todos os créditos dos subprodutos (uso da torta residual; glicerina). Não são previstas possibilidades de reduções significativas no custo de produção, para os óleos usados na Europa para biodiesel. Pois trata-se de processos agrícolas e industriais muito conhecidos, “maduros” e eficientes. Mas em relação a países com produções muito elevadas (caso do Brasil e do extremo oriente), aí os custos de produção são tão baixos que a rentabilidade é suficiente.

Outra vantagem reside na possibilidade de utilização dos créditos de carbono vinculados ao mecanismo de desenvolvimento limpo, decorrentes do protocolo de Quioto. Melhora o número de cetano (melhoria no desempenho da ignição) e lubricidade (redução de desgaste, especialmente do sistema de ignição). Amplia a vida útil do catalisador e do sistema de escape dos automóveis. (El Bassam, 1998)

2.3.1. Os saldos de gases-estufa do biodiesel

Uma das vantagens apontadas ao usos do biodiesel e dos biocombustíveis reside na possibilidade da redução dos gases com efeito estufa. As emissões de gases de efeito estufa e as necessidades energéticas da produção de biocombustíveis variam muito, dependendo da matéria-prima e tecnologia considerada.

Zah et al. (2007), fornecem uma visão geral da distribuição de emissões de GEE ao longo de diferentes cadeias de produção de bioetanol, biodiesel, metanol e metano utilizados para o transporte. Neste estudo, verifica-se uma poupança de GEE de até 80% em comparação com os combustíveis fósseis. Ao longo da cadeia de produção, os processos contribuem de forma diferente para o desempenho global. O balanço de GEE da produção de biomassa depende da

utilização de combustíveis fósseis no cultivo (máquinas, fertilizantes, pesticidas) e da quantidade de combustíveis fósseis substituída por biocombustíveis produzidos.

Este equilíbrio varia significativamente entre oleaginosas, porque os seus rendimentos produtivos e requisitos são muito diferentes. As emissões de N_2O provenientes de campos agrícolas, nomeadamente derivadas da utilização de fertilizante azotado, também podem contribuir substancialmente para emissões de GEE (Fernando et al., 2010a e b, 2011).

As diferenças regionais, a intensidade do desmatamento de floresta tropical, ou de áreas com valor de armazenamento de carbono elevado, podem ter uma influência significativa sobre o saldo total. Em contraste com a produção agrícola, o fornecimento de materiais residuais e resíduos não exige entrada de energia significativa, por isso, as mais baixas emissões de GEE são alcançadas utilizando biodiesel a partir de resíduos de óleo vegetal. O processamento da biomassa para a geração do biocombustível contribui, em média, para emissões de GEE muito mais baixas do que a fase do cultivo agrícola (Bringezu et al., 2009).

2.4 Desvantagens na utilização do biodiesel

A produção de biodiesel também apresenta desvantagens. Em relação ao processamento da semente para a geração de biodiesel por transesterificação, um dos principais problemas é a geração de grandes volumes de glicerina (subproduto). Este sub-produto só poderá ter mercado, a preços muito inferiores aos atuais; e todo o mercado de óleo-químicos poderá ser afetado. Não há uma visão clara sobre os possíveis impactos potenciais desta oferta de glicerina.(Bringezu et al., 2009)

Na parte do cultivo, os maiores impactos têm sido associados à mudança do uso do solo. No Brasil e na Ásia, a produção de soja e de óleo de palma, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão a invadir florestas tropicais, importantes bolsas de biodiversidade.

2.4.1 Problemas ambientais, sociais e políticos associados à produção de biodiesel

Com o crescente ênfase dado aos biocombustíveis como alternativa sustentável aos combustíveis fósseis é importante reconhecer que os benefícios são parcialmente neutralizados quando existe desflorestação para criar mais espaço para o cultivo de biocombustíveis como o óleo de palma. As ONGs estão agora a alertar a arena internacional para o facto de apesar de milhões de hectares de terra continuarem sem serem cultivados na Indonésia, ainda assim se procede à desflorestação de florestas tropicais de madeiras fortes para plantar palmeiras. Adicionalmente, enquanto a remanescente floresta desprotegida das terras baixas se esgota, os investidores procuram a turfa dos pântanos para conversão em terra cultivável, o que causa a drenagem da turfa, o que não só liberta o carbono da superfície cobrindo as árvores, mas também inicia um processo de oxidação do carbono nas reservas de turfa, que podem ter entre 5.000 e 10.000 anos de carbono acumulado e preso debaixo do

solo. A turfa drenada é também de alto risco para fogos florestais e existe um histórico de evidências que o fogo está a ser usado para queimar vegetação para o posterior desenvolvimento do óleo de palma na Indonésia. Existem dados relativos à taxa de desflorestação desde 1990 a 2005. Os principais produtores de biodiesel e etanol que também são alguns dos mais importantes possuidores de florestas tropicais, são eles: Brasil, Malásia e Indonésia. Em todos os casos verifica-se o aumento da taxa de desflorestação do período 1990 a 2000, e no período de 2000 a 2005. Esse aumento foi mais ligeiro no Brasil de 0,52% a 0,63% (porção de floresta destruída anualmente), quase duplicou na Malásia de 0,35% a 0,65% e aumentou também ligeiramente na Indonésia de 1,61% para 1,91%. Daqui se conclui que a Indonésia tem um nível de desflorestação verdadeiramente selvagem (perdeu 1/4 da floresta de 1990 a 2005), a Malásia que era o país que apresentava menos riscos em termos de proteção de florestas na década de noventa está a aumentar a desflorestação caoticamente e o Brasil embora não tenha aumentado muito o ritmo da desflorestação, o que é facto é que aumentou, e tem um ritmo bem alto. Todos os casos devem ser preocupantes, mais ainda porque estas estatísticas só mostram números até 2005 e não refletem a enorme pressão sobre as florestas tropicais que está implícita nos objetivos proclamados tanto pelos Estados Unidos como pela UE de tornar obrigatório o uso do etanol e do biodiesel numa percentagem elevada do consumo ocidental. Se juntarmos a isto a frenética procura asiática de combustível da China, Japão e Coreia do Sul temos um quadro de autêntica corrida ao “ouro verde”. (FAO, 2005)

O caso do Brasil tem preocupado a comunidade internacional. Os cientistas dizem que a floresta Amazónica tem um papel crucial no ambiente global, provendo uma porção do oxigénio mundial e capturando uma quantidade massiva de carbono. Cada vez que a floresta é cortada, o dióxido de carbono é libertado para a atmosfera contribuindo para a acumulação de gases de efeito estufa na atmosfera. Adicionalmente, os cientistas descobriram que a redução do coberto florestal tem afetado os padrões climáticos locais. Nas áreas desflorestadas existe a tendência para haver menos chuvas e os cientistas temem que o contínuo abate da floresta possa transformar grande parte da região numa savana. Um estudo de 2005 alertou que a prolongada seca na Amazônia pode levar a uma espiral de mortalidade (da biodiversidade) na maior floresta tropical do mundo

Estes problemas emergem do facto de, o governo brasileiro, os grandes agricultores e as grandes multinacionais do setor agrícola desejarem tornar este país num gigante da exportação agrícola, facto que é claramente agravado pela corrida aos biocombustíveis. Assim se pode esperar que os atuais danos ambientais e sociais, como a desflorestação, o ataque à biodiversidade, erosão dos solos, alterações climáticas, trabalho considerado pouco digno, devido às condições, exclusão social de camponeses e desemprego rural, se venham a agravar cada vez mais. Algo que certamente se pode qualificar insustentável a médio prazo. (Butler, 2005).

Os biocombustíveis estão associados a vários impactos ambientais ao longo da cadeia de produção até ao consumo tabela. 2.3.

Tabela 2.3: Identificação de problemas ambientais associados à cadeia de produção de biocombustíveis (Bringezu et al., 2009).

Fase agronómica				Conversão		
Uso do solo	Produtividade	Fertilizantes	Balanço de azoto	Alocação	Utilização de energia	Alocação de sub-produtos

A crescente procura por culturas energéticas só pode ser suportada pelo aumento da área cultivada. Os impactos indirectos da produção de biocombustíveis, como a destruição de habitats naturais (por exemplo, florestas tropicais ou savanas) para expandir as terras agrícolas, podem ter impactos ambientais maiores do que os efeitos directos. No pior dos casos, por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa provenientes da produção de biocombustíveis pode ser maior do que a utilização de uma quantidade igual de combustíveis fósseis (Delucchi 2006; Farrell et al., 2006). Uma vez que a Europa apostou forte na introdução de biocombustíveis, mas muito à custa da importação de semente do Extremo Oriente e da América Latina, há indicações de que para evitar a deflorestação, o “Velho Continente” deveria apostar mais fortemente na energia do vento e do sol e não em criar, estimular e subsidiar despreocupadamente novos mercados internacionais de exportação de óleo de palma e de soja (Barry, 2005).

Na Europa fala-se muito das declaradas metas da União Europeia para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) através da dinamização das energias renováveis. Esta política põe particular ênfase nos biocombustíveis, havendo já vários países incluindo Portugal que decretaram a obrigatoriedade do cumprimento da meta da UE no consumo de combustível líquido (dos transportes). As metas europeias são neste momento de atingir um consumo de combustível de 8% em 2015 e também pretendem aprovar uma meta de 10% para 2020. No entanto, dados recentes indicam que estas metas estão longe de serem alcançadas neste ano (2015). Isto significa que os biocombustíveis que serão consumidos na Europa terão de ter a sua origem de importações de países terceiros, como o Brasil ou a Indonésia. Um relatório publicado em 2002 pelo grupo CONCAWE – a associação europeia das companhias petrolíferas para o ambiente, saúde e segurança na refinação e na distribuição – avaliou que, se os 5,6 milhões de hectares de reserva na UE fossem todos cultivados intensivamente com plantas energéticas, pouparíamos apenas 1,3 a 1,5 por cento das emissões de transportes rodoviários, ou seja, cerca de 0,3 por cento do total de emissões desses países. Estas e outras estimativas igualmente pessimistas estão a alimentar o crescimento das indústrias de biocombustíveis nos países terceiros, onde, há muito solo “disponível” para o cultivo da bioenergia, as produções são mais elevadas e a mão-de-obra é mais barata. Torna-se claro

depois de tudo o que já foi referido sobre a desflorestação, a exclusão social no campo que leva ao conflito social (produto da mecanização da produção e concentração da terra), assim como outros efeitos nocivos da própria agricultura industrial, como a erosão dos solos, a poluição dos cursos de água com fertilizante. Alguns céticos dizem que estas metas da União Europeia a serem cumpridas vão contribuir para um agravamento potencialmente agudo destes problemas ambientais e sociais nos países terceiros, sendo ainda acompanhados com uma temível crise do preço dos alimentos a nível mundial. Então, no que diz respeito aos biocombustíveis, trata-se mais de uma exportação de emissões GEE do que uma efetiva redução.

Este último aspeto da crise alimentar, ou como lhe chamam alguns “peak food” (pico alimentar), é particularmente grave. Tendo em conta que a produção mundial de cereais tem vindo a diminuir, colocando as reservas ao mais baixo nível de há mais de trinta anos. A perspectiva para o futuro da pressão adicional dos biocombustíveis no preço dos alimentos é de acrescentar crise à crise, quando o mundo luta por cumprir as modestas metas do milénio de combate à fome e à pobreza da ONU. O aspecto da segurança alimentar tem vindo a marcar a atualidade. Os EUA, já consomem em 2,8% do seu combustível líquido para veículos, o etanol, para isto reservam 20% da colheita de milho interna para a produção de etanol (estatísticas do ano de 2006). Então, se tivermos em conta o objetivo de sextuplicar o consumo do etanol nos EUA, concluímos que seria preciso desviar 120% da colheita anual de milho dos Estados Unidos. Ora convém também lembrar que a colheita de milho dos EUA representa 40% do provimento mundial de milho. Devido a esta tentativa por parte dos EUA de multiplicarem o uso de etanol teve como consequência o aumento dos preços da cotação do milho, o que em países como o México, onde a fonte principal de subsistência é a tortilha, limita o acesso ao seu alimento básico.

Existem também opiniões contrárias aos benefícios decorrentes da utilização de biocombustíveis e que indicam que a maior parte dos estudos que estabelecem critérios de sustentabilidade para os biocombustíveis têm lacunas importantes: atualmente, a maior parte dos estudos energéticos que apresentam um equilíbrio de energia positivo inclui o conteúdo da energia dos subprodutos, tais como o resíduo da semente que sobra depois de ser extraído o óleo, e que pode ser utilizado para alimentação dos animais (embora, regra geral, nunca seja utilizado como tal), mas esquece-se de incluir os investimentos em infra estruturas, tais como os custos em energia e em carbono das instalações de refinaria, e as estradas e armazéns necessários para transporte e distribuição e, evidentemente, os custos de exportação para outro país. Nenhum desses estudos inclui os impactos ambientais de correntes destes aspetos. (Mae-Wan Ho, 2006).

Como consequência, para avaliação de diversos projetos, precisam ser consideradas duas abordagens básicas com avaliações de ciclos de vida orientados. Por um lado deve ter-se em conta o produto e perspectivas de projeto com base (“análise vertical”), e por outro a

perspectiva regional, nacional e global ("análise horizontal"). (Zah et al., 2007; Dauber et al., 2012)

A União Europeia preconiza igualmente, que nos projetos com inserção de biocombustíveis, que a redução de GEE seja, no mínimo, igual ou superior a 50% das emissões actuais. Caso este valor não seja cumprido, o projecto é vetado. No entanto, ainda não é claro, como é que a mudança do uso do solo pode ser contabilizada no cálculo (Fritsche et al., 2010).

No Brasil, a empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, desenvolve o projeto "Gestão Ambiental Territorial da Produção de Óleos Vegetais para Obtenção de Biocombustíveis". Esse projeto dedica-se à avaliação de impactos ambientais da cadeia produtiva, envolvendo duas abordagens complementares: o entendimento dos impactos sob o alcance dos elos da cadeia, por um lado, e a gestão ambiental de estabelecimentos rurais dedicados à produção de oleaginosas, por outro. Os Estados do Piauí e da Baía destacam-se no cenário nacional de produção de biodiesel de óleos vegetais, com a mamona, e o Estado do Pará na produção de palma, com a inserção da produção familiar, que constituem pontos importantes para esse estudo. O investigador da Embrapa Meio Ambiente é um dos coordenadores da atividade, Cláudio Buschinelli, explica que a metodologia desse estudo envolve dois sistemas complementares de avaliação. "Inicialmente, esclarece, realiza-se a avaliação de impactos ambientais da cadeia produtiva das oleaginosas utilizando o Sistema Eco-Cert.Rural, com consulta dos atores sociais diretamente envolvidos, como administradores e gestores municipais, instituições de pesquisa e apoio, as ONGs, os agricultores, indústrias, centrais de biodiesel, cooperativas, associações, produtores, sindicatos rurais e cooperativas". De maneira complementar, avalia-se a gestão ambiental dos estabelecimentos dos produtores rurais de oleaginosas representativos da situação regional, pelo sistema Apoia Novo-Rural. O Eco-Cert. Rural é um sistema simplificado que integra 24 indicadores de sustentabilidade agrupados nas dimensões, Desempenho Ecológico e Desempenho Socio ambiental. O sistema é de fácil e rápida aplicação e vem sendo usado na avaliação de impactos ambientais de atividades e tecnologias em estabelecimentos rurais de variada natureza, com resultados bastante expressivos. "Quanto ao Sistema APOIA-NovoRural", diz Buschinelli, "é mais complexo por abranger 62 indicadores de sustentabilidade das atividades produtivas agrupados nas dimensões Ecologia da Paisagem, Qualidade dos Compartimentos Ambientais (atmosfera, água e solo), Valores Socioculturais, Valores Económicos e Gestão e Administração. O Sistema destina-se à gestão ambiental de atividades rurais, indicando os pontos críticos para correção do manejo, bem como os aspetos favoráveis para o fortalecimento da atividade". Durante os eventos, os investigadores locais e membros do projeto são capacitados nestas metodologias, para utilização nas avaliações que se seguirão nos próximos anos. São parceiros do projeto, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), a Embrapa Meio Norte (Teresina, PI), a Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA), Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus,AM) e a Embrapa Algodão (Campina Grande, PB).(Embrapa, 2007)

A utilização destes mecanismos visa sobretudo a análise de projetos, do ponto de vista ambiental e socio-económico, para a obtenção de valores que possam ajudar à tomada de decisão e de melhoria dos processos nas três vertentes da sustentabilidade.

2.5 Importância do Biodiesel no contexto atual da Diretiva renováveis

A Diretiva 2009/28/CE, relativa à promoção do uso de energia proveniente de fontes renováveis veio alterar as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE, e pretende estabelecer um objetivo comum para a promoção de energia proveniente das fontes renováveis. Assim, fixa objetivos nacionais para a quota global de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia e para a quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida no setor dos transportes. Estabelece ainda regras em matéria de transferências de dados estatísticos da evolução do mercado entre Estados-Membros, projetos conjuntos entre Estados-Membros e com países terceiros, garantias de origem, procedimentos administrativos, informação e formação e acesso à rede de eletricidade no que se refere à energia produzida a partir de fontes renováveis. Estabelece critérios de sustentabilidade para os biocombustíveis e bio líquidos.

Cada Estado-Membro tem um objetivo calculado de acordo com a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo bruto final de 2020. Esta meta está em consonância com a meta global “20-20-20” para a Comunidade. Além disso, a quota de energia proveniente de fontes renováveis no sector dos transportes deve ser de pelo menos 10% do consumo final de energia no sector até 2020 (Diretiva 2009/28/CE).

Na parte B do anexo I da Diretiva 2009/28/CE, são fixados os valores para as quotas de energia proveniente de fontes energia renováveis (FER). Os objetivos para os Estados-Membros até 2020, devem atingir pelo menos uma quota de 20% do consumo final bruto de energia em energia proveniente de fontes renováveis.

Os objetivos globais nacionais para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia estão apresentados na tabela 2.4.

Tabela 2.4: Objetivos globais nacionais, para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia na UE (Diretiva 2009/28/CE).

	Quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia, 2005 (S_{2005})	Objectivo para a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia, 2020 (S_{2020})
Bélgica	2,2 %	13 %
Bulgária	9,4 %	16 %
República Checa	6,1 %	13 %
Dinamarca	17,0 %	30 %
Alemanha	5,8 %	18 %
Estónia	18,0 %	25 %
Irlanda	3,1 %	16 %
Grécia	6,9 %	18 %
Espanha	8,7 %	20 %
França	10,3 %	23 %
Itália	5,2 %	17 %
Chipre	2,9 %	13 %
Letónia	32,6 %	40 %
Lituânia	15,0 %	23 %
Luxemburgo	0,9 %	11 %
Hungria	4,3 %	13 %
Malta	0,0 %	10 %
Países Baixos	2,4 %	14 %
Áustria	23,3 %	34 %
Polónia	7,2 %	15 %
Portugal	20,5 %	31 %
Roménia	17,8 %	24 %
Eslovénia	16,0 %	25 %
Eslováquia	6,7 %	14 %
Finlândia	28,5 %	38 %
Suécia	39,8 %	49 %
Reino Unido	1,3 %	15 %

Os países que apresentam maior quota de energias renováveis em 2005 são a Suécia, a Finlândia e a Letónia, e são estes mesmos países que em 2020 se espera que tenham quotas de energias renováveis bastante significativas, entre 38% e 49% quando comparados com outros países da Europa. Portugal apresentou em 2005 uma quota de 20,5% de FER, que lhe conferiu o quinto lugar entre os 27 países da UE, e espera-se que suba para 31% em 2020, mantendo assim a mesma posição relativa. Em Espanha estes valores são inferiores, sendo de 8,7% em 2005 e de 20% em 2020. Verifica-se também que existem países onde não se prevê

que atinjam os 20% estipulados para 2020 na Diretiva 2009/28/CE, é este o caso da Alemanha, que embora seja o maior produtor de Biodiesel no Mundo, não conseguirá ainda assim atingir a quota mínima decretada para utilização de FER. Foi impossível determinar com rigor quais as razões pelas quais se prevê que 14 países não atinjam as metas definidas pela UE para 2020, mas sabe-se que a quota de energia proveniente de fontes renováveis para os diferentes Estados-Membros da UE foi calculada nos termos dos artigos 5.º ao 11.º da Diretiva 2009/28/CE.

Os Estados-Membros devem estabelecer planos de ação nacionais que estabelecem a quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida nos transportes, bem como na produção de eletricidade e de aquecimento, para 2020 (Diretiva 2009/28/CE).

A Diretiva tem em conta os biocombustíveis e bio líquidos. Estes deverão contribuir para uma redução de pelo menos 35% das emissões de gases com efeito de estufa. A partir de 1 de Janeiro de 2017, a sua quota de poupança em emissões deve ser aumentada para 50%.

A Diretiva faz parte de um pacote de legislação sobre energia e clima que prevê um novo quadro legislativo para os objetivos relativos à redução das emissões de GEE. Este estimula a eficiência energética, consumo de energia proveniente de fontes renováveis, a melhoria do abastecimento de energia e no estímulo económico de um setor dinâmico em que a Europa está a dar o exemplo.

Esta Diretiva deveria ter sido implementada pelos Estados-Membros em Dezembro de 2010. No que diz respeito aos planos de ação, a Diretiva 2009/28/CE referida anteriormente, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, estabelece no seu artigo 4.º que os Estados-Membros devem aprovar e apresentar à Comissão Europeia um Plano Nacional de ação para as Energias Renováveis (PNAER) até 30 de Junho de 2010, que fixa os objetivos nacionais de cada Estado-Membro relativos à quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida nos setores dos transportes, da produção de eletricidade e do aquecimento e arrefecimento, bem como as respetivas trajetórias de penetração de acordo com o ritmo da implementação das medidas e ações previstas em cada um desses setores. Para isso, deverá identificar e descrever essas medidas setoriais, para além das medidas adequadas para alcançar os objetivos globais nacionais e deverá ter em conta os efeitos de outras políticas relacionadas com o aumento da eficiência energética e ainda medidas a tomar para o cumprimento dos requisitos estabelecidos nos artigos 12.º a 17.º da Diretiva 2009/28/CE (PNAER, 2013).

Foi realizado um estudo pela European Environment Agency para avaliar os documentos dos Planos Nacionais de Ação para as Energias Renováveis. Os dados do relatório incidem sobre as projeções para cada Estado-Membro, nomeadamente: Áustria, Bulgária, Chipre, República Checa, Dinamarca, Alemanha, Grécia, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Portugal, Roménia, Espanha, Suécia, Eslovénia e Reino Unido (Beurskens e Hekkenberg, 2010).

Os fatores que interessam a este estudo são as projeções relativas a biocombustíveis no setor dos transportes, como pode verificar-se na figura 2.4.

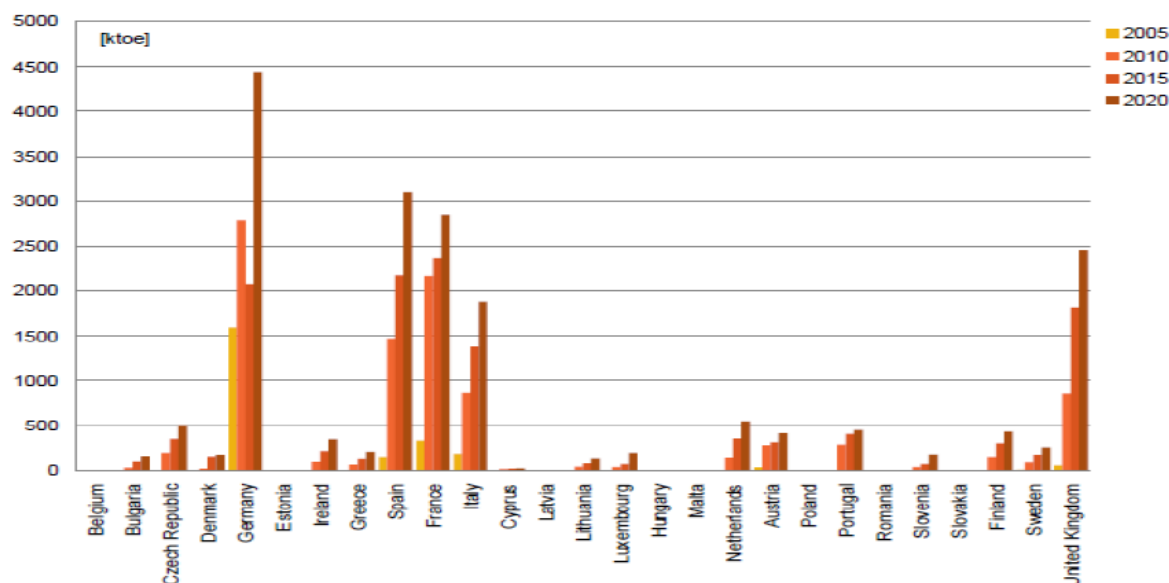


Figura 2.4: Projeção da quantidade de Biodiesel nos transportes (em ktOE) entre 2005 e 2020 (Beurskens, e Hekkenberg, 2010).

Verifica-se nesta figura que a Alemanha, com maior relevância, e ainda Espanha, França, Itália e Reino Unido são os países com maior crescimento na quantidade de biodiesel adicionado nos transportes, certamente pela maior dimensão das respetivas economias.

Os biocombustíveis beneficiam de incentivos em quase todos os Estados da União Europeia, pois produzi-los sem apoios seria para já impraticável. Existem medidas de apoio, tais como percentagens obrigatórias de mistura, isenções fiscais, apoio ao consumo e distribuição e que são definidos em conformidade com as diretivas da UE individualmente a nível dos Estados-Membros.

A fim de estimular o uso de energias renováveis, para reduzir as emissões de CO₂ e para garantir um abastecimento de energia que é amiga do ambiente, a UE fez a promoção de biocombustíveis e a promulgação de um objetivo estratégico. Identificar e medir os vários incentivos é um desafio complexo. Muitas vezes os dados adequados não estão disponíveis, ou porque os Estados-Membros não informam sobre as medidas tomadas ou porque os dados estatísticos oficiais, por exemplo sobre os volumes de comércio, não são suficientes. Como resultado, a maioria das quantidades referidas neste relatório estará subestimada. Apesar destas limitações, acreditamos que o relatório fornece uma visão global sobre os apoios globais e as tendências ao longo dos últimos 2-3 anos.

Em 2008, o total das transferências a favor dos biocombustíveis associados com as políticas da UE e os Estados-Membros ascendeu a 2,17 mil milhões de euros. Esta é uma diminuição significativa em comparação com o apoio total de 3,7 mil milhões de euros em 2006. O declínio do apoio por litro consumido desde 2006 é ainda mais impressionante, pois em 2006, o apoio

por litro de etanol consumido foi de 0,74 € e de biodiesel, 0,50 €, enquanto, em 2008, foi de 0,24 € e 0,22 € por litro, respetivamente (Tabela 2.5). Apesar da forte queda no apoio por litro, é notável que parece haver uma convergência das intensidades de apoio de biodiesel e bio etanol. Em 2006, o apoio por litro de bio etanol era muito maior que o apoio por litro de biodiesel (Biofuels Support, 2010).

Tabela 2.5: Suporte à produção de biocombustíveis na União Europeia em 2007 e 2008 (Biofuels Support, 2010).

	Units	Biodiesel	
		2007	2008
Total Transfers	€ millions	2,497	2,170
Support per litre consumed	€ / litre	0.34	0.22
Support per gigajoule (GJ)	€/ GJ	8	
Support per litre of petrol or diesel equivalent	€/ litre equivalent	0.30	

Esta redução ao apoio aos biocombustíveis parece também apontar para o facto de o seu custo real se ter aproximado do custo de produção dos combustíveis líquidos derivados do petróleo. Igualmente se verifica a tendência de estabelecer metas obrigatórias de incorporação, sendo o consumidor a pagar diretamente o eventual sobrecusto que a inclusão de biocombustíveis possa acarretar.

Os vários países membros da UE decretaram até à data, quotas de produção consentidas a cada produtor (Portugal por exemplo, tem produzido abaixo da capacidade instalada, devido à legislação sobre as quantidades que beneficiavam de isenções fiscais), e apenas essas quotas eram sujeitas à isenção de ISP. É de referir que a 25 de Outubro de 2010 saiu um novo Decreto-Lei, que vai ser analisado em profundidade na secção seguinte, e que altera a atribuição de quotas e elimina a isenção de ISP em Portugal a partir de 1 de Janeiro de 2011.

A Figura 2.5 mostra as isenções praticadas pelos diferentes países no ano de 2010.

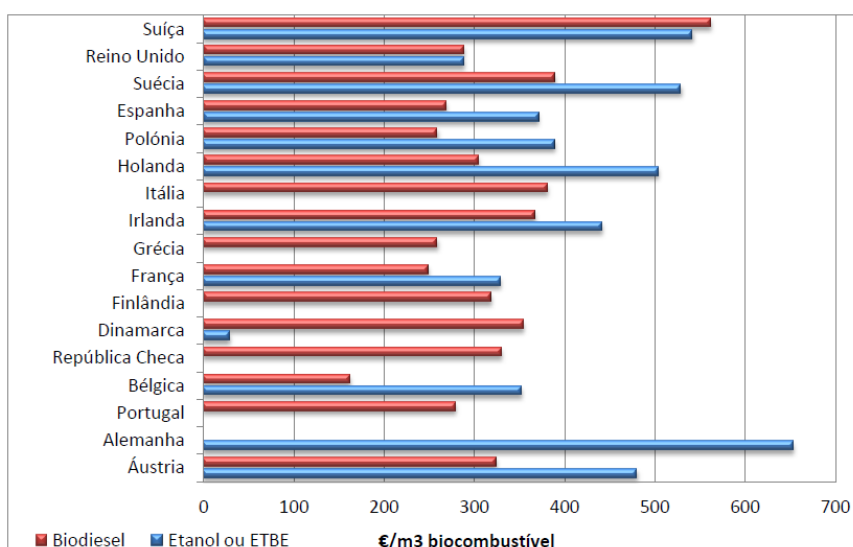


Figura 2.5: Isenção de ISP praticado em vários países da EU (em €/1000 l).

(Fonte: Biofuels Support, 2010)

Os países que apresentam maiores isenções de ISP são a Suíça para o biodiesel com 563,3 €/m³, e a Alemanha no caso do bio etanol com o valor de 645,5 €/m³. A Itália não apresenta nenhum tipo de isenção para o bio etanol, assim como a Grécia, República Checa e Finlândia (e Portugal, por não produzir bio etanol). A Alemanha não possui isenção na produção de Biodiesel, apenas tem uma quota de produção obrigatória.

Em Portugal, o enquadramento legal de apoio à utilização dos biocombustíveis faz-se através dos diplomas normativos apresentados na tabela 2.6.

Atendendo à legislação referida, está previsto no Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis de Portugal, que a meta de 10% de FER no setor dos transportes será cumprida com 85% a partir de biocombustíveis e 15% com base em eletricidade renovável.

Os biocombustíveis representam uma solução concretizável na atualidade, por serem utilizados nos veículos que atualmente se encontram em circulação, o que os torna numa aposta mais prática para o cumprimento da meta comunitária para o sector dos transportes (PNAER, 2013).

Tabela 2.6: Legislação em vigor em Portugal (DGEG, 2010).

Diploma Normativo	Data de Publicação	Descrição
Portaria n.º 3-A/2007	2-01-2007	Estabeleceu o valor da isenção do ISP para os biocombustíveis até 31 de Dezembro de 2007, sendo que, no caso dos pequenos produtores o prazo se estende até 31 de Dezembro de 2010.
Portaria n.º 1554 - A/2007	7-12-2007	Regulou o processo de atribuição de isenção ISP aos operadores económicos que introduzem biocombustíveis no consumo para o período 2008 a 2010.
Resolução do Conselho de Ministros n.º 21/2008	5-02-2008	Aprovou a estratégia para o cumprimento dos objectivos nacionais de incorporação de biocombustíveis nos combustíveis fósseis.
Decreto-Lei n.º 89/2008	30-05-2008	Estabeleceu as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis aos combustíveis, com gasolina e gasóleo em concentrações superiores a 5 % em volume.
Despacho n.º 22061/2008	26-08-2008	Definiu o modelo da inscrição a afixar obrigatoriamente nos equipamentos dos postos de abastecimento que disponibilizem misturas de biocombustíveis com combustíveis fósseis com concentrações de biocombustível superiores a 5 % em volume.
Portaria n.º 134/2009	2-02-2009	Estabelece o valor da isenção para o biocombustível substituto do gasóleo.
Decreto-Lei n.º 49/2009	26-02-2009	Fixou quotas de incorporação obrigatória de biocombustíveis em gasóleo rodoviário e estabelece os procedimentos aplicáveis à sua monitorização e controlo.
Portaria n.º 69/2010	4-02-2010	Estabeleceu os limites máximos de preço e de volume de venda de biocombustíveis, a partir dos quais se constituem excepções à obrigatoriedade de incorporação e de venda por parte das entidades que introduzam gasóleo rodoviário no consumo.
Portaria n.º 543/2010	21-07-2010	Actualizou o cálculo do preço máximo de venda, pelos produtores, às entidades que introduzem gasóleo rodoviário no consumo, do Biodiesel cuja incorporação seja obrigatória nos termos do Decreto -Lei n.º 49/2009, de 26 de Fevereiro.
Decreto-Lei n.º 117/2010	25-10-2010	Determina os critérios para a qualificação dos biocombustíveis e biolíquidos como sustentáveis e cria um novo mecanismo obrigatório de incentivo à incorporação dos mesmos no sector dos transportes para o período de 2011-2020.

Considerando que no setor dos transportes, o perfil de consumo de combustíveis em Portugal privilegia claramente o gasóleo, e tendo em conta que o aparelho refinador nacional produz, para esse mesmo mercado, um excesso de gasolina e um défice de gasóleo, Portugal fundamenta a sua aposta nos biocombustíveis na produção de substitutos de gasóleo. No futuro, com a entrada em funcionamento da nova estrutura processual da refinaria da Galp em Sines, esta situação poderá ser atenuada, através de uma maior produção de gasóleo, abrindo perspectivas aos biocombustíveis substitutos da gasolina. Efetivamente, estão a ser equacionadas formas de promover a penetração dos biocombustíveis substitutos da gasolina, nomeadamente, o bio etanol, para os quais se estima, a partir de 2015, a sua introdução no mercado numa escala razoável que possa já contribuir para a quota das renováveis no setor dos transportes.

Tendo em conta a capacidade de produção de biodiesel instalada, Portugal definiu um novo mecanismo de apoio que garante a sua utilização, o Decreto-Lei n.º 117/2010 de 25 de

Outubro de 2010. Com o fim da atribuição de isenção de ISP aos produtores de biocombustíveis, à exceção dos pequenos produtores dedicados, deverão ser atribuídas, até ao final de 2014, quotas de reserva de emissão de títulos (TdB – D) para o biodiesel produzido pelos produtores de biocombustíveis. Este mecanismo de criação de títulos de biocombustíveis, que serão emitidos pela DGEG, entrou em vigor em 1 de Janeiro de 2011 e substituem as quotas que eram distribuídas aos produtores de biodiesel em Portugal, e atribui a cada produtor uma quantidade correspondente a metade da produção do ano anterior. A quantidade remanescente será distribuída por todos os produtores que a ela se candidatem (DGEG, 2011).

A isenção de ISP deixará de existir, mas sob o ponto de vista de alguns produtores nacionais (nomeadamente, Prio Energy e Iberol) este Decreto-Lei vem de certa forma protegê-los, porque lhes irá permitir produzir mais, negar a venda de biodiesel no caso de se verificar um custo de produção superior ao preço de venda estabelecido e ainda obriga os incorporadores a contribuir para atingir as metas estipuladas neste mesmo decreto, o que implica a compra de obrigatoria de biodiesel.

Deste modo, estão a ser estudados mecanismos de apoio para promover o aumento progressivo do contributo dos biocombustíveis produzidos a partir de resíduos, detritos, material celulósico não alimentar e material lenho celulósico, os quais são relevantes para alcançar a meta dos 10% para o setor dos transportes, uma vez que no âmbito da Diretiva FER, estes são contabilizados duplamente para este efeito. Assim, para além do aproveitamento e valorização de OAU, referida anteriormente e que já se encontra em curso, é fundamental promover a investigação destes biocombustíveis, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias de produção de combustíveis renováveis.

Como referido anteriormente, existe atualmente uma obrigatoriedade de incorporação de 6,75% (v/v) de FAME no gasóleo rodoviário. Porém, apesar da quantidade máxima de incorporação de biodiesel no gasóleo rodoviário se encontrar limitada à quantidade prevista pela norma EN 590, é possível a comercialização de misturas mais ricas em biocombustíveis, nomeadamente, B10, com 8% a 10% de FAME, B15, com 13% a 15%, e B20, com 18% a 20%, desde que os respetivos equipamentos de abastecimento se encontrem devidamente rotulados (PNAER Português). Para o bio etanol, está previsto que seja incorporado 2,5% em teor energético na gasolina a partir de 2015 (Decreto-Lei n.º 117/2010).

No entanto, para além da utilização direta no setor dos transportes rodoviários, o Estado Português tem considerado outras alternativas à introdução de biocombustíveis no mercado, nomeadamente, através da via do gasóleo colorido e marcado, maioritariamente utilizado em máquinas e transportes ligados à atividade do setor agrícola, tendo definido para isso quotas de incorporação. Por conseguinte, desde de 1 de Julho de 2008, o gasóleo colorido e marcado tem como obrigação a incorporação de um teor de FAME mínimo de 5 % e máximo de 10 %, em volume. Assim, esta medida, em complementaridade com a obrigação de incorporação de

biodiesel no gasóleo rodoviário e com a regulamentação da venda de misturas ricas com teor de combustível até 20 % (v/v), visa impulsionar o desenvolvimento da fileira dos biocombustíveis em Portugal e o cumprimento das metas de introdução deste tipo de combustíveis no consumo nacional.

A definição da obrigação do cumprimento dos critérios de sustentabilidade fixados pela Diretiva 2009/28/CE é condição chave para a verificação da efetiva sustentabilidade ambiental da utilização de biocombustíveis e da sua mais-valia como substituto dos combustíveis fósseis.

Os objetivos para as Energias Renováveis em Portugal aponta para que em 2020 dos 31% de Energias Renováveis a serem usadas em Portugal, 0,4% sejam bio etanol (ou bio-ETBE) e 7,4% sejam biodiesel usados no setor dos transportes (PNAER, 2013).

3. Produção Mundial de Biodiesel

A produção mundial de biocombustíveis aumentou 6,1% em 2013 (figura 3.1). O aumento da produção de biocombustíveis na América do Norte, América do Sul e Central e Ásia-Pacífico compensaram o declínio na Europa e Eurásia. A produção de biodiesel aumentou 6,2%, apesar de redução na América do Sul e Central e na Europa e Eurásia (BP, 2014).

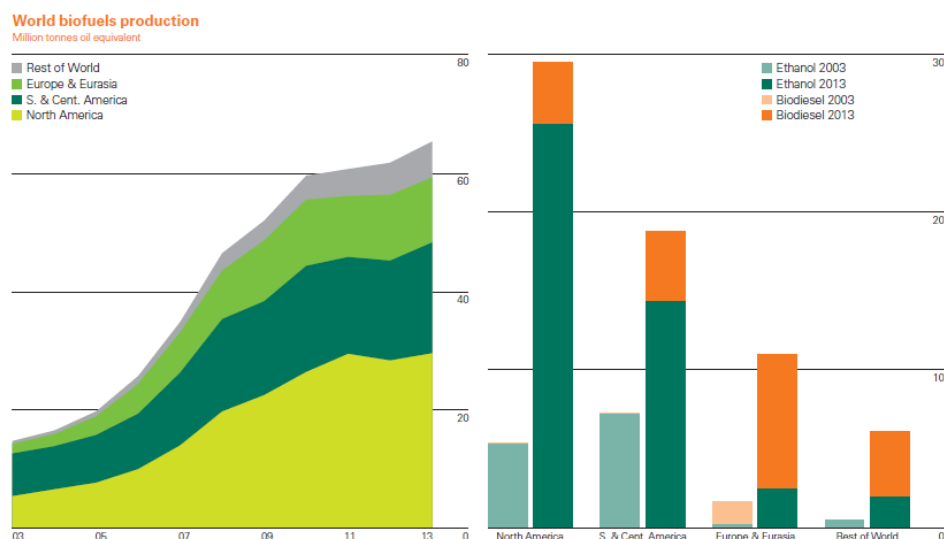


Figura 3.1: Produção mundial de biocombustíveis (BP, 2014).

De acordo com o relatório da BP (2014), é na Europa e Eurásia que se verifica a maior produção de biodiesel, seguindo-se o continente americano (América do Norte e América do Sul e Central), e depois o resto do mundo. A figura 3.2 traz em destaque os locais no globo onde ocorre a produção e onde se dá o desenvolvimento e produção.

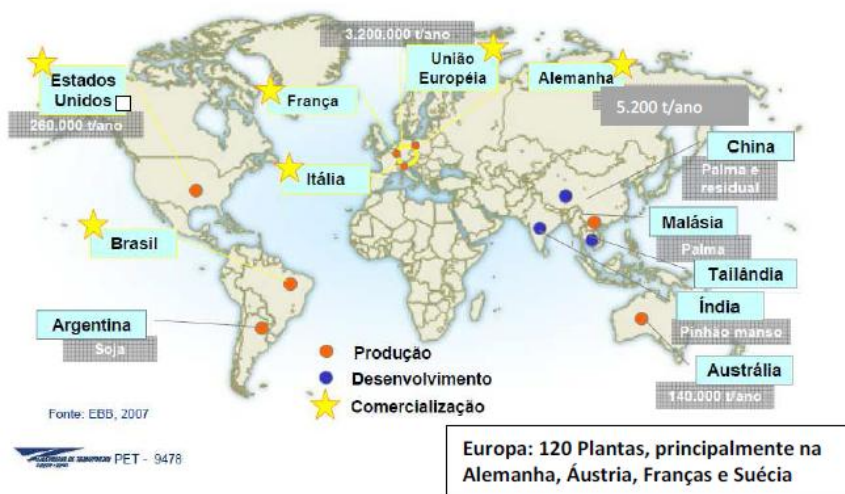


Figura 3.2: Estado de Arte do Biodiesel no Mundo (EBB, 2007).

4. Produção de Biodiesel na Europa

As principais culturas utilizadas na Europa para a produção de biodiesel são a colza e o girassol.

4.1 Colza

A colza ou couve-nabiça (*Brassica napus*) é uma planta de cujas sementes se extrai o azeite de colza, utilizado também na produção de biodiesel. As folhas da planta servem também de forragem para o gado, é cultivada em muitos países por ser rica em lípidos e média em proteínas. Os principais produtores são a União Europeia, o Canadá, os Estados Unidos da América, a Austrália, a China e a Índia.

Na Índia, a colza ocupa até 13% do solo cultivável. Segundo o Departamento de Agricultura dos E.U.A. a colza era a terceira fonte de azeite vegetal no ano de 2000, após a soja e a palma, além de ser a segunda fonte mundial de alimento proteico, ainda que a sua importância seja só a quinta parte da soja. (FAOSTAT, 2014)

O óleo de colza, em estado natural, contém ácido erúcico e glucosinolatos que são medianamente tóxicos em doses altas. Houve no passado, dúvidas sobre a verdadeira origem das intoxicações ocorridas na Espanha, atribuídas em alguns círculos científicos a herbicidas. Na atualidade, estas dúvidas parecem haver desaparecido, e mediante as novas técnicas de análise genética tem sido possível demonstrar que existe uma predisposição genética à intoxicação com azeite de colza desnaturado. Um conjunto de variedades com níveis menores de ácido erúcico e de glucosinolatos foram produzidas no Canadá com o nome Colza, que é uma contração de uma expressão em inglês que quer dizer "azeite canadense de baixo teor ácido", ("Canadian oil, low acid"), mas logo este nome foi aplicado indistintamente a variedades cultivadas de colza, sem importar seus níveis de ácido. (Fernando, 2009)



Figura 4.1: Colza.

A verdade é que as plantas usadas no Canadá para a produção do óleo colza são cultivadas para produzir uma quantia muito baixa de ácido erúico e o óleo de colza é considerado um dos óleos mais saudáveis que existem no mercado. Tem um sabor muito leve e é bom para cozinhar ou como tempero para saladas. O óleo de colza contém ácidos gordos, ómega 6 e ómega 3, numa proporção de dois por um, e perde só para o óleo de linhaça em ómega 3.

É um dos óleos mais saudáveis para o coração e há registo de que reduz níveis de colesterol, níveis de triglicéridos, e mantém as plaquetas sanguíneas saudáveis. Alguns agricultores britânicos, começaram a produzir azeite de colza por prensagem a frio para óleo de cozinhar e de tempero.

A colza como muitas fontes de óleos vegetais com significativo teor de ácidos gordos, de baixo custo de produção e alta rentabilidade, além de permitir a produção extensiva, tem sido estudada e já usada para a produção de biodiesel, apesar de estudos terem concluído que os óleos brutos de colza não podem ser utilizados diretamente como combustível uma vez que este apresenta valores de índice de cetano estimados demasiadamente baixos e viscosidade cinemática cerca de 10 vezes superior ao do gasóleo. Após as modificações por transesterificação com metanol, obtêm-se ésteres metílicos com características comparáveis às do gasóleo com adequadas otimizações das condições do processo, como temperatura, concentração de catalisador, razão molar metanol/óleo, tempos de reação, permitindo obter rendimentos em éster próximos dos 100%. Estas questões também são similares para o óleo de girassol.

A colza enriquece os solos durante o pousio de outras culturas e evitam a utilização de nitratos ou outros fertilizantes químicos que tantos danos podem causar à natureza, nomeadamente a eutrofização dos cursos de água. Por outro lado, a produção agrícola de colza dinamiza a agricultura nomeadamente através da criação de postos de trabalho.

A produtividade da colza na Europa ronda os 8,6t/ha, dos quais 5,5 é palha e 3,2 semente, obtendo-se 1,3t/ha em óleo após o processamento (El Bassam, 1998).

Atualmente são importados todos os anos cerca de 350 milhões de euros de oleaginosas para produção de Biodiesel em Portugal. Havendo produção em Portugal de Colza, essas importações poderiam ser substituídas aumentando a riqueza do nosso país.

4.2 Girassol

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma planta anual da família das Asteraceae, sendo as plantas originárias da América do Norte. É caracterizado por possuir grandes inflorescências do tipo capítulo, com aproximadamente 30 cm de diâmetro, cujo caule pode atingir até 3 metros de altura e apresenta filotaxia do tipo oposta cruzada, notável por "olhar" para o Sol, comportamento vegetal conhecido como heliotropismo.



Figura 4.2: Girassol.

Das sementes é extraído o óleo de girassol que é comestível. A produção mundial ultrapassa 20 milhões de toneladas anuais de semente. A semente também é usada na alimentação de pássaros em cativeiro além de ser uma das mais utilizadas na alimentação, por exemplo em saladas. A semente do girassol tem sido utilizada na produção de biodiesel. Tem sido também uma boa alternativa para alimentação de gado, em substituição a outros sementes. As suas folhas podem inibir o crescimento de plantas daninhas através de fenômenos alelopáticos.

O Girassol é uma planta anual com caule grosso, robusto, ereto, simples e de cor verde médio. Podem atingir alturas de 2-3 m, havendo variedades anãs de 40 cm de altura. As folhas são ovais, opostas, pecioladas, com nervuras bem marcadas, ásperas ao tato com cerca de 15-30 cm de tamanho. As flores de Girassol são grandes, muito chamativas, algo inclinadas, parecidas com a forma do Sol e que seguem a luz do mesmo ao longo do dia. As flores podem ter tamanhos que variam desde os 7cm aos 30,5 cm na diagonal, com disco floral escuro e lígulas radiais de cor amarela. Podem ser simples ou dobradas e de várias cores desde o amarelo, vermelho mogno, laranja, branco, solitárias ou em ramalhetes pouco densos. Atrativas para aves pelas suas sementes e insetos polinizadores.

A sua sementeira deve ser em local definitivo na Primavera, início do Verão, a germinação dá-se em 7-14 dias a 15°C. O seu crescimento é rápido, a transplantação deve ser feita quando oportuno na Primavera ou no Verão, quanto à resistência é rustica e resistente ao frio, gosta de solos bem drenados, neutros a alcalinos, profundos e com elevada quantidade de nutrientes principalmente azoto, fósforo e potássio. Quanto à rega, deve ser regular para um desenvolvimento adequado, embora suportem períodos de seca. Deve-se fertilizar o solo antes da sementeira ou plantação ou adubar com adubo equilibrado durante crescimento e antes do início da floração. A sua floração ocorre no Verão. No que diz respeito a pragas e doenças, o girassol é resistente a fungos e a pragas. Multiplica-se através de Sementes. Quanto à sua colheita, devem-se colher as flores de Girassol para decoração quando ainda jovens, e colher

as sementes de flores secas e deixá-las secar ao sol, protegendo-as das aves. (Fernando, 2009)

Em termos de produtividade da semente, na Europa, a média é de 1,5t/ha, mas com países como a Itália com produções de 2,7t/ha e em Portugal de apenas 0,6t/ha. Em média, a semente apresenta 50% de óleo. (El Bassam, 1998)

4.3 Produção de Biodiesel na Europa

No início dos anos 90, o processo de industrialização do biodiesel foi iniciado na Europa. Portanto, mesmo tendo sido desenvolvido no Brasil, o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em grande escala, foi a Europa.

As refinarias de petróleo da Europa têm procurado a eliminação do enxofre do diesel, devido aos problemas deste associado às chuvas ácidas. Como a lubricidade do óleo diesel mineral dessulfurado diminui muito, a correção tem sido feita pela adição do biodiesel, já que sua lubricidade é extremamente elevada. Esse combustível tem sido designado, por alguns distribuidores europeus, de “Super Diesel”.

A Europa obteve excelente produção de biodiesel no período de 2006 a 2008. A Figura 4.3 destaca o crescimento da Alemanha e da França. Pode-se ver que a produção da Alemanha chega a cerca de 3 milhões toneladas/ano mas, a comercialização chega a 5.200 toneladas/ano. A União Europeia chega a quase 8 milhões de toneladas/ano entre 1998 e 2008.

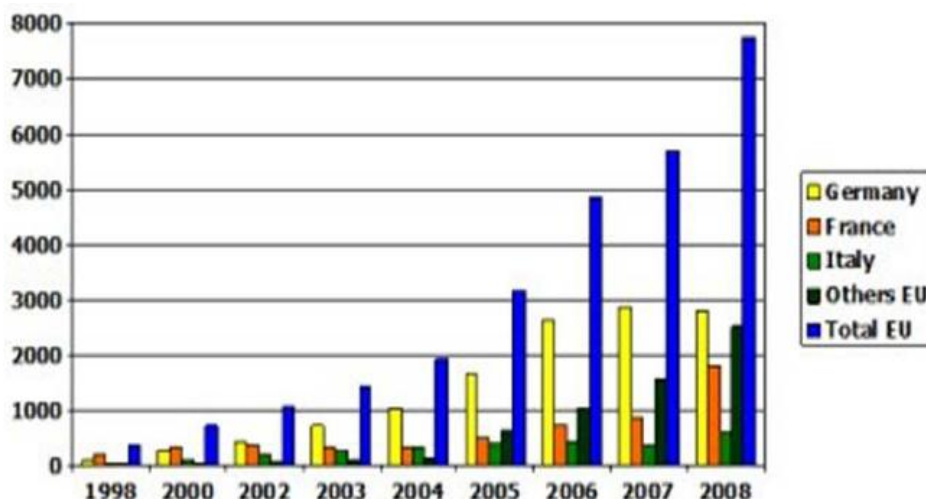


Figura 4.3: Produção de biodiesel dos países da União Europeia – mil toneladas (1998-2008).

Fonte: European Biodiesel Board

As Figuras 4.4 e 4.5 mostram o panorama mais recente na Europa de produção de biodiesel.

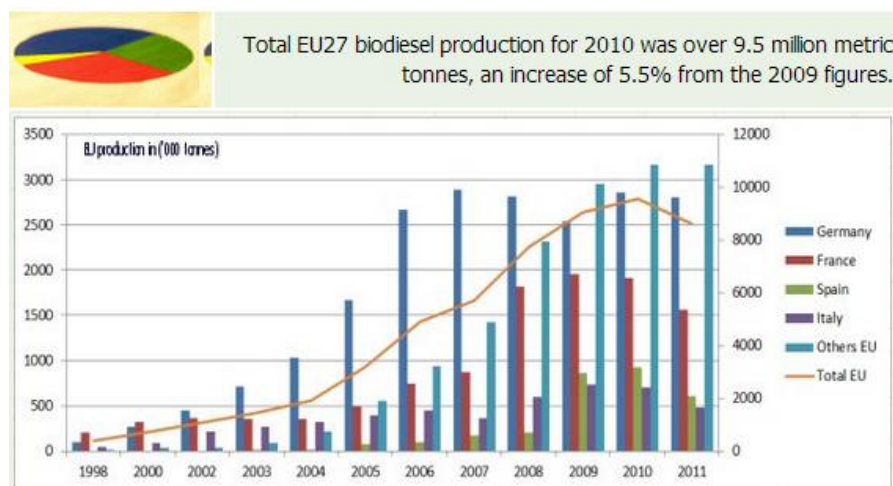


Figura 4.4: Produção de Biodiesel na Europa 2010 Fonte: European Biodiesel Board

2012 Production Capacity	
COUNTRY	'000 TONNES*
Austria	535
Belgium	770
Bulgaria	408
Cyprus	20
Czech Republic	437
Denmark	250
Estonia	110
Finland*	340
France	2 456
Germany	4 968
Greece	812
Hungary	158
Ireland*	76
Italy	2 310
Latvia	156
Lithuania	130
Luxemburg	20
Malta	5
The Netherlands	2 517
Poland	884
Portugal	483
Romania	277
Slovakia	156
Slovenia	113
Spain	4 391
Sweden	182
UK	574
TOTAL	23,538
Calculation based on 330 working days per year, per plant. (situation at 01/07/2012)	
<p><i>Nota Bene:</i> Given the specific situation prevailing on the European market since many years, a number of installed biodiesel plants are not running since several years and shall be considered as long-term-out-of-production plants during the whole year 2012. Consequently, a consistent share of the 23,5 million tonnes nominal installed capacities should be considered as idle capacity, i.e. not effectively able to start or operate any biodiesel production this year.</p>	
*Indicating additional capacities of hydrotreated.	

Figura 4.5: Capacidade de Produção de Biodiesel 2012 Fonte: European Biodiesel Board

A Alemanha estabeleceu um expressivo programa de produção de biodiesel a partir de colza, sendo hoje o maior produtor e consumidor europeu de biodiesel. O modelo de produção na Alemanha, assim como em outros países da Europa, tem características importantes, os agricultores plantam a colza para azotar naturalmente os solos exauridos daquele elemento e dessa planta extraem óleo, que é a principal matéria-prima para a produção do biodiesel. O farelo proteico produzido nesta etapa é direcionado para ração de animais. Depois de produzido, o biodiesel (B100) é distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura ou aditivação. A Alemanha conta com uma rede de mais de 1.000 postos de venda de biodiesel. Nesses postos, uma mesma bomba conta com dois bicos, sendo um para óleo diesel de petróleo e o outro, com selo verde, para biodiesel. Grande parte dos usuários misturavam, nas mais diversas proporções o biodiesel com o diesel comum, até ganhar confiança no biodiesel, cerca de 12% mais barato. Esse menor preço é decorrente da isenção de tributação em toda a cadeia produtiva do biodiesel. A Alemanha possui 82 milhões de habitantes que consomem em torno de 27 milhões de toneladas de diesel. (Fernando, 2009)

Porém, o uso de biodiesel na Alemanha ainda é uma questão bastante controversa. O ministro federal das finanças defendia a isenção de impostos para o biodiesel, enquanto a agência federal do ambiente, argumentava que os benefícios ecológicos, não justificam as desvantagens e despesas na agricultura.

Alguns países europeus, onde se incluem os países do norte e do leste, além da Espanha e da Itália, procuram não somente produzir, mas também importar biodiesel, para cumprirem as metas preconizadas pela UE. As áreas envolvidas são muito grandes. A UE precisaria mobilizar cerca de 5,5 milhões de hectares para atingir 3,2 a 4 % de biodiesel no diesel mineral. A União Europeia produz anualmente biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção. Os fabricantes europeus de motores apoiam a mistura de 5% de Biodiesel. Na mistura até 30% ou Biodiesel puro (Alemanha) muitos fabricantes dão garantia: VW, Audi, Seat, Skoda, PSA, Mercedes, Caterpillar e Man garantem alguns modelos.

O biodiesel em França é conhecido como diester. Com capacidade de 460 mil toneladas por ano, a França foi até 2003 o segundo maior produtor europeu de biodiesel. As motivações e os sistemas produtivos na França são semelhantes aos adotados na Alemanha, porém o combustível é fornecido no posto já misturado com o óleo diesel de petróleo na proporção atual de 5%. Contudo, esse percentual deverá ser elevado para 8%. Atualmente, os autocarros urbanos franceses consomem uma mistura com até 30% de biodiesel.

Em França, o uso do biodiesel misturado com o diesel mineral visa melhorar as emissões dos motores, em especial através da eliminação dos tióis, substâncias ricas em enxofre, extremamente prejudiciais a saúde dos animais e das plantas. A evolução dos conceitos de um Biodiesel para uso urbano deu-se através da criação do “Partenaires Diester” (“Parceiros do Biodiesel”). Trata-se de uma associação de entidades francesas que congregam grandes produtores e consumidores do combustível e que tem como finalidade disseminar e avaliar os

efeitos positivos da mistura de biodiesel e diesel de petróleo nos centros urbanos, especialmente nos transportes coletivos.

Nem todos os Estados-Membros desenvolveram os seus mercados dos biocombustíveis e a maior parte da produção e do consumo de biocombustíveis na UE é dominada por cinco Estados-Membros (França, Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido). Em 2010, o Eurostat relatou que 1,4% (177 ktep) de todos os biocombustíveis consumidos na UE eram produzidos a partir de resíduos, produtos residuais, material celulósico não alimentar e material lenho celulósico (embora outras estatísticas, não oficiais, apontem para cerca de 9%, incluindo os óleos alimentares reciclados). Os artigos 17.º, 18.º e 23.º da Diretiva, estabelecem que a Comissão deve monitorizar uma série de questões relacionadas com os biocombustíveis e bio líquidos, incluindo o seu impacto na sustentabilidade, os mercados da biomassa, os preços das matérias-primas e dos produtos alimentares e a necessidade de medidas para a proteção do solo, da água e do ar. Esta questão é tratada em pormenor no documento de trabalho dos serviços da Comissão que acompanha o presente relatório. A Comissão está também a examinar a sustentabilidade dos biocombustíveis do ponto de vista dos consumidores como parte de um vasto estudo sobre o funcionamento do mercado dos combustíveis.

Um elemento fundamental para essa monitorização é a informação sobre a origem dos combustíveis. 80% da produção de biodiesel em 2010, foram produzidas na EU (Tabela 4.1). A Argentina foi o maior exportador de biodiesel para a EU (10%). (Eurostat, 2010).

Tabela 4.1: Origem do biodiesel consumido na UE em 2010.

	Biodiesel	
	Volume (ktep)	Quota
UE	8 270	83,2%
Argentina	1 003	10,1%
Indonésia	285	2,9%
Malásia	123	1,2%
China	67	0,7%
EUA	61	0,6%
Outros países	129	1,3%
Total	9 938	

Fonte: Eurostat, Comtrade.

A análise dos critérios de sustentabilidade dos biocombustíveis, feita pela Comissão da transposição e pelos Estados-Membros revelou algumas lacunas, tendo sido iniciados procedimentos jurídicos para assegurar que estariam em vigor em todos os Estados-Membros os regimes de sustentabilidade efetivos. Ao mesmo tempo, foram aprovados pela Comissão 13 «regimes voluntários» para certificar a sustentabilidade dos biocombustíveis, permitindo aos produtores de biocombustíveis em todo o mundo respeitar as elevadas normas da UE. Além

disso, os principais países de exportação (Argentina, Brasil, Indonésia e Malásia) adotaram novas medidas regulamentares destinadas a melhorar as suas práticas ambientais em domínios relacionados com os biocombustíveis.

A monitorização feita pela Comissão e pelos Estados-Membros sobre a necessidade de medidas específicas para a proteção do ar, do solo e da água conclui em geral que todas as práticas agrícolas obrigatórias da UE ao abrigo da política agrícola comum e da legislação ambiental são aplicáveis à produção de matérias-primas para biocombustíveis (dado que a parte dos biocombustíveis é produzida a partir de culturas agrícolas) e que, por esse motivo, não são necessárias medidas específicas apenas para os biocombustíveis. De facto, os atuais regimes de sustentabilidade e regimes voluntários incluem frequentemente requisitos de boas práticas agrícolas e encorajam, deste modo, as melhores práticas agrícolas para a proteção do ar, do solo e da água. No entanto, com o aumento da pressão sobre os recursos agrícolas, será importante assegurar que as medidas de proteção em vigor continuam a ser adequadas.

A utilização líquida global de terras para a produção dos biocombustíveis consumidos na EU é inferior a 3 Mha. Na UE, as estimativas variam entre 2% (Polónia) e 6% (França) das terras de cultivo nacionais, embora nem todos os Estados-Membros tenham comunicado informações sobre as superfícies plantadas com matérias-primas destinadas à produção de biocombustíveis.

No que respeita à «sustentabilidade social» dos biocombustíveis, a Comissão deve também elaborar um relatório sobre os direitos de uso do solo, uma vez que a procura de biocombustíveis na UE se vem juntar à procura internacional existente de exportações de produtos alimentares e não alimentares e, assim, à pressão sobre os países em desenvolvimento para que convertam mais terras para essas culturas de rendimento. Dados os prazos que decorrem entre a aquisição de terras e a produção de biocombustíveis e as insuficiências da base de dados ILC Land Matrix, não é ainda claro se a procura de biocombustíveis da UE contribui para alguma violação dos direitos de uso do solo. A monitorização desta questão feita pela Comissão e pelos Estados-Membros deve, contudo, continuar. Devido aos aumentos significativos dos preços dos alimentos, ao impacto na obtenção de alimentos a preços acessíveis em 2008 e 2011 e à má colheita de 2012 nos EUA, é importante verificar se o consumo de biocombustíveis na UE contribuiu de algum modo ou se outros fatores, como as condições meteorológicas desfavoráveis, as más colheitas, o aumento da procura mundial, o aumento dos preços do petróleo, etc., são mais importantes. A análise da Comissão concluiu que a utilização de cereais para a produção de bioetanol representou 3% da utilização total de cereais em 2010/2011 e que o seu efeito estimado no preço do mercado global dos cereais foi mínimo (1% a 2%). O consumo de biodiesel na UE é mais elevado e o efeito estimado nos preços das culturas oleaginosas (colza, soja, óleo de palma) em 2008 e 2010, foi de 4%. Verifica-se também que a procura de biocombustíveis é mais sensível aos preços que a do mercado alimentar, pelo que a procura diminui em reação ao aumento dos preços. Sendo assim, a Comissão continuará a monitorizar e a melhorar a sua

análise da procura de biocombustíveis na UE no mercado agrícola mundial, dos preços dos alimentos e da volatilidade dos preços dos alimentos. Além disso, as interações entre os biocombustíveis e outros setores da bio economia continuam a evoluir e os impactos para os utilizadores tradicionais da biomassa, como o setor óleo químico, continuam a ter de ser estudados.

A Diretiva exige também que a Comissão apresente um relatório sobre o cumprimento de uma ampla gama de convenções internacionais (como as relativas às condições de trabalho e à biodiversidade) por todos os países que fornecem matérias-primas para o consumo de biocombustíveis na UE. Embora a maior parte dos países, tenha ratificado as principais convenções, a aplicação é menor que na UE, ou nos EUA - que não ratificaram muitas dessas convenções. Assim, devem prosseguir os esforços a todos os níveis para incentivar os países a aplicarem plenamente estas convenções. Quanto aos benefícios sociais do consumo de biocombustíveis na UE, estima-se que em 2010 este consumo gerou 220 000 postos de trabalho na UE e 1,4 milhões de postos de trabalho em todo o mundo. Por último, é importante ter em conta a poupança de emissões de gases com efeito de estufa, resultante da mudança para os biocombustíveis. Embora o petróleo importado ainda constitua o grosso dos combustíveis utilizados no setor dos transportes, estima-se que a quota de biocombustíveis de 4,7% gerou poupanças de 25,5 Mt de eq. CO₂, com base nos relatórios nacionais (22,6 Mt de eq. CO₂ com base na aplicação de valores por defeito globais). Esta estimativa não inclui os efeitos indiretos da intensificação agrícola ou os efeitos das alterações indiretas do uso do solo, que reduzem as poupanças de CO₂ permitidas pelos biocombustíveis.

Quando se incluem estas emissões, as poupanças estimadas são significativamente menores, refletindo no predomínio dos biocombustíveis de «primeira geração», frequentemente derivados de culturas alimentares, cujas poupanças de emissões de gases com efeito de estufa são fracas ou não foram estimadas. Por este motivo, a Comissão propôs alterações às Diretivas Qualidade dos Combustíveis e Energias Renováveis, de forma a terem em conta os efeitos das alterações indiretas do uso do solo resultantes do consumo de biocombustíveis na UE. A proposta prevê a limitação da contribuição que podem dar os biocombustíveis baseados em culturas alimentares para a realização do objetivo de 10% para 5% e o aumento dos incentivos ao desenvolvimento de biocombustíveis de segunda geração, derivados de matérias-primas não alimentares, como os resíduos ou a palha. A presente proposta foi transmitida ao Parlamento Europeu e ao Conselho de Ministros, e clarificará a política de biocombustíveis da UE até 2020. (EU, 2013).

4.4 A situação nacional

O mercado português e à semelhança do Europeu, é caracterizado por um elevado número de veículos a gasóleo (29% do consumo é em gasolina e 62% de gasóleo), ficando assim limitado o uso de bioetanol e havendo uma procura muito maior de biodiesel, bem patente na redação

do decreto de lei. Para a produção de biodiesel utilizam-se essencialmente culturas oleaginosas e a posterior esterificação.

As culturas tradicionais são a colza e o girassol. Para a produção de bioetanol poderiam utilizar-se derivados da fermentação das culturas ricas em celuloses, em açúcar e em amido. Em Portugal as culturas interessantes são os cereais (cevada, milho, trigo, centeio, sorgo) e tubérculos (beterraba sacarina, batata).Fernando (2009)

A nível nacional a meta de 5,75% foi aumentada (anunciada pelo Primeiro Ministro à altura, José Sócrates) para 10% e será possível a comercialização de combustíveis com uma incorporação até 20% de biocombustíveis. Portugal, que até agora não tem atingido nenhuma das metas intermédias da UE para 2010 comprometia-se quase a duplicar o objetivo da UE.

Nesse horizonte a EEA indica como estimativa para o uso intensivo do terreno arável em 2010, para Portugal, 50%, o que resulta em 250.000 hectares disponíveis para culturas bioenergéticas, mas a decrescer para 2020 e 2030. Em termos de potencial energético a EEA aponta para 0,7 Mtep à base agrícola, 0,2 Mtep à base de resíduos florestais e 2,7 Mtep à base de lixos/resíduos.

Atualmente as grandes produtoras de biocombustíveis – biodiesel – são a Iberol e a Torrejana, detida pela Tracopol (à base soja e colza). Estas duas empresas têm uma capacidade instalada de 200 mil toneladas, que é adquirida na totalidade pela Galp. Isto permitiu atingir os 3% de penetração. Novos projetos da Martifer, Enersis e Galp vão tentar atingir o valor de cerca de 700000 toneladas em 2010. No entanto, em termos de área agrícola necessária a GALP apontava para 700000 e 1000000 de hectare, o que não existe em Portugal a não ser que terrenos destinados à produção alimentar mudem para produção energética. Atendendo aos 250000 hectares apontados pela EEA, a importação de biocombustíveis seria inevitável.

Uma chamada de atenção para os vários projetos de produção de energia elétrica a partir de biomassa e de biogás que não entram nas contas dos biocombustíveis, mas sim na da eletricidade de origem renovável, o que pode levar a que o potencial energético dos biocombustíveis seja “desviado” para a produção de energia elétrica. Em 2007 a DGE indicou 6 GWh de produção elétrica apenas a partir do biogás. Acrescente-se que a eficiência de obtenção de energia (calor ou eletricidade) através da queima de biomassa é dramaticamente superior à utilização dessa mesma biomassa na produção de biocombustíveis, o que quer dizer que o potencial de redução de emissões de GEE é muito superior na produção de energia. Isto leva a que muitos se oponham aos biocombustíveis como forma de reduzir as emissões de GEE.

Os portugueses estão alheios a estas problemáticas e seriam extremamente sensíveis a soluções que permitissem baixar a sua fatura com os combustíveis, atendendo à evolução do preço dos combustíveis fósseis. A face mais conhecida dos biocombustíveis está patente nos transportes públicos onde abundam os veículos movidos a biodiesel (percentualmente) e alguns a gás natural. Seria muito interessante sensibilizar os cidadãos para os biocombustíveis

e as suas vantagens, bem como a problemática das emissões de GEE nos transportes. (<http://www.portal-energia.com/os-biocombustiveis-em-portugal/>)

4.5 Empresas produtoras

O negócio dos biocombustíveis já não é o que era, quem o diz são os próprios operadores do setor em Portugal. Quer os que têm fábricas a produzir, quer os que têm os projetos em marcha ou em construção. O aumento do custo das matérias-primas, nomeadamente do milho, foi um dos fatores que vieram prejudicar a rentabilidade das unidades de produção. A concorrência cada vez maior nos mercados interno e externo e as limitações ainda existentes à incorporação de biocombustíveis nos combustíveis são dois dos elementos que mais afetam o negócio.

Por isso, as empresas começam a repensar as estratégias. Uma das soluções passa por estarem na produção agrícola e de óleos, ou seja, verticalizar a produção e ter um negócio complementar. Assim, podem ganhar o que já não conseguem retirar do negócio de biocombustíveis ou apostam para outros mercados. A Prio, empresa controlada pela Martifer, investe na Roménia, enquanto a Iberol, uma das primeiras empresas a produzir biodiesel em Portugal, está a negociar a construção de uma nova unidade na Argentina. "Porque em Portugal já há projetos a mais ", diz o responsável desta última empresa, João Rodrigues. O investimento da Iberol naquele mercado da América Latina será da ordem dos 30 milhões de euros.

"O biodiesel já deu o que tinha a dar", afirma João Cardoso, responsável da Torrejana, empresa que criou também uma das primeiras fábricas produtoras de biocombustível em Portugal, há cerca de dois anos. "O ano bom foi mesmo o do arranque da fábrica", sublinha. Agora, é um negócio para se gerir com muitas cautelas. A estratégia da empresa passa por criar uma unidade de refinação de óleos alimentares, como complemento do negócio dos biocombustíveis. Um projeto já pensado, mas ao qual ainda não tinham necessidade de recorrer.

Empresas produtoras:

a) Ecomotion

A Ecomotion como um dos pioneiros da indústria de biodiesel alemão produz e distribui biodiesel desde 2001. <http://www.ecomotion.de>

b) gbf GmbH - german biofuels

<http://gbf-bio.de/en/products/biodiesel.html>

c) OVI

<http://www.bio-oelwerk-md.de/index.php/en/production/manufacturing-process>

d) Prio Energy

A Prio Energy é uma cadeia de valor integrada, com um terminal de armazenagem, logística primária independente através do Terminal de Tanques em Aveiro e fábrica com entreposto fiscal de transformação de biocombustíveis

A Prio Energy é a única empresa de comercialização e distribuição de combustíveis da Península Ibérica com a tripla certificação QSA, e a única com capital 100% Português.



Figura 4.6: Certificações Prio Energy.

Distribuidor de combustíveis da mais alta qualidade, que cumprem todos os requisitos técnicos legalmente estabelecidos. A rede abrange o território nacional com um ponto limite a Sul no posto de Tavira e a Norte em Braga, com grande foco de crescimento nas zonas urbanas da Grande Lisboa e Grande Porto.(Figura 4.7)



Figura 4.7: Prio Energy

A Prio, subholding do Grupo Martifer, pretende uma integração vertical da cadeia de valor na área dos biocombustíveis desde a produção à distribuição de biodiesel.

A grande inovação da Prio assenta numa verticalização do negócio a fim de potenciar um custo de produção muito mais competitivo para o consumidor final. Para isso a Prio detém investimentos consistentes em todas as fases do processo, desde o cultivo e produção, passando pela transformação e distribuição.

5. Produção de Biodiesel no Continente Americano

5.1 Soja

A soja é a principal oleaginosa para biodiesel, produzida no continente americano. A soja (*Glycine max*) é uma semente rica em proteínas, cultivada como alimento tanto para humanos como para animais. A soja pertence à família fabaceae (leguminosa), assim como o feijão, a lentilha e a ervilha. É empregada na alimentação, sobretudo na indústria de óleos comestíveis. A palavra soja vem do japonês shoyu. A soja é originária da China e do Japão. O óleo de soja é o mais utilizado pela população mundial no preparo de alimentos. Também é extensivamente usado em rações animais. Outros produtos derivados da soja incluem óleos, farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel.

A soja é uma das plantações que estão sendo geneticamente modificadas em larga escala, e a soja transgênica está sendo utilizada em um número crescente de produtos. Atualmente, 80% de toda a soja cultivada para o mercado comercial é transgênica. Cerca de 80% de toda a soja cultivada mundialmente é utilizada para alimentar animais. A Monsanto é a empresa líder na soja geneticamente modificada.

A avaliação da composição química e do valor proteico do resíduo de soja, subproduto do processo de extração do óleo de soja é um aspeto a conhecer em relação à soja. A qualidade da proteína do resíduo de soja é similar à da semente integral (valores proteicos de 87% e 85%, respetivamente). O resíduo de soja é fonte de carboidratos, minerais, fibras e proteína de qualidade nutricional adequada, apresentando vantagens em relação à soja integral tais como menor teor energético e maior concentração proteica.

Como ilustração do poder nutritivo da soja, salienta-se o fato de ela ser o único alimento proteico fornecido por organizações humanitárias a africanos. Com uma alimentação exclusivamente baseada em soja, crianças à beira da morte recuperam todo o seu peso em poucas semanas. Este fenómeno ocorreu em larga escala nas crises humanitárias de Biafra (Década de 1970), Etiópia (Década de 1980) e Somália (Década de 1990).

A partir da década de 90 do século passado, a soja e o seu conteúdo em óleo, passou a ser considerada como uma cultura muito promissora para a produção de biodiesel.

Uma das principais vantagens desta cultura, do ponto de vista ambiental, são os nódulos radiculares que são associações simbióticas entre bactérias e raízes. A planta proporciona à bactéria, compostos orgânicos como fonte de energia e um entorno protetor, e recebe em troca azoto. Este azoto é fixado do ar, transformado em amónia e em seguida em outras formas, tanto pelas bactérias como pelas plantas. O azoto é um macronutriente fundamental aos seres vivos, como por exemplo, sendo componente das proteínas. Esta fixação biológica de azoto ou apresenta grandes vantagens ambientais pois limita a necessidade do uso de fertilizantes azotados. A simbiose entre cada espécie de leguminosa e bactéria é específica. Por exemplo,

na *Glycine max*, a soja, associa-se com bactéria do género *Bradyrhizobium*, como *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. Os rizóbios (bactérias) entram nos pêlos radiculares, os quais se deformam, formando os nódulos, onde ocorre a fixação biológica de azoto.(Fernando, 2009)

A produção de soja é de 2,6t/ha em semente (Figura 5.1), dos quais apenas 20% é óleo (El Bassam, 1998). A torta de soja é particularmente rica em proteína sendo utilizada, como indicado, na produção de rações e outros produtos ligados à tecnologia alimentar.



Figura 5.1: Soja

5.2 Óleos Vegetais e o Biodiesel no Brasil

Desde a década de 70, através do INT, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira CEPLAC, vêm sendo desenvolvidos projetos de óleos vegetais como combustíveis, com destaque para o DENDIESEL, no Brasil.

O uso energético de óleos vegetais no Brasil foi proposto em 1975, originando o Pró-óleo – Plano de Produção de Óleos Vegetais para fins energéticos. Seu objetivo era gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo. Previa-se uma mistura de 30% de óleo vegetal no óleo diesel, com perspectivas para sua substituição integral em longo prazo.

Com o envolvimento de outras instituições de pesquisas, da Petrobrás e do Ministério da Aeronáutica, foi criado o PRODIESEL em 1980. O combustível foi testado por fabricantes de veículos a diesel. A UFCE também desenvolveu o querosene vegetal de aviação para o Ministério da Aeronáutica. Após os testes em aviões a jato, o combustível foi homologado pelo Centro Técnico Aeroespacial.

Em 1983, o Governo Federal, motivado pela subida nos preços de petróleo, lançou o Programa de Óleos Vegetais OVEG, no qual foi testada a utilização de biodiesel e misturas combustíveis

em veículos que percorreram mais de 1 milhão de quilômetros. É importante ressaltar que esta iniciativa, coordenada pela Secretaria de Tecnologia Industrial, contou com a participação de institutos de pesquisa, de indústrias automobilísticas e de óleos vegetais, de fabricantes de peças e de produtores de lubrificantes e combustíveis.

Embora tenham sido realizados vários testes com biocombustíveis, dentre os quais com o biodiesel puro e com uma mistura de 70% de óleo diesel e de 30% de biodiesel (B30), cujos resultados constataram a viabilidade técnica da utilização do biodiesel como combustível, os elevados custos de produção, em relação ao óleo diesel, impediram o seu uso em escala comercial.

Porem, o governo brasileiro arquivava estudos sobre combustíveis alternativos, enquanto a Comunidade Económica Europeia investia, com sucesso, na pesquisa de combustíveis alternativos vegetais, entre eles, o biodiesel de óleo de colza, a matéria-prima mais utilizada na Europa. Na Malásia e nos Estados Unidos foram realizados experimentos bem-sucedidos com palma e soja, respetivamente. No Brasil, por várias razões, incluindo-se a diminuição dos preços do petróleo e o desinteresse da PETROBRAS, as atividades de produção experimental de óleo diesel vegetal, foram paralisadas. Com as preocupações emergentes derivadas dos estudos sobre as alterações climáticas, que culminaram na assinatura do protocolo de Kyoto, houve um ressurgimento do interesse no Brasil (e também na Argentina) pela produção de soja. Esta produção de soja destina-se à produção de biodiesel, não só no Brasil mas também para exportação para a Europa, onde a produção de semente é limitada e há necessidade de biodiesel para o cumprimento da Diretiva.

5.3 EUA

O programa americano de biodiesel é bem menor que o europeu e apresenta diferenças importantes. A principal matéria-prima utilizada é a soja, complementada com óleos de fritura usados.

A grande motivação americana para o uso do biodiesel é a qualidade do ambiente. Os americanos estão a preparar-se para o uso desse combustível especialmente nas grandes cidades. A capacidade de produção estimada é de 210 a 280 milhões de litros por ano.

A produção dos biocombustíveis nos EUA aumentou de maneira bastante significativa. A Comissão Nacional para o biodiesel revelou que a produção deste combustível chegou aos 75 milhões de galões (280 milhões de litros) em 2005, face aos 25 milhões de galões (93 milhões de litros) refinados no ano de 2004. Dados divulgados pela Agência de Proteção Ambiental do governo norte-americano (EPA) revelam que a produção de 2013 superou, em muito, ao do ano anterior. A marca atingida pelas Centrais também supera as metas estabelecidas no Renewable Fuel Standard (RFS) padrão norte-americano para combustíveis renováveis para 2013. As importações de biodiesel dispararam nos Estados Unidos em 2013. Segundo o US

Census Bureau divisão do governo norte-americano que acompanha o comércio exterior, houve um salto de praticamente 10 vezes na entrada de biodiesel no país, em relação a 2012.

A percentagem que tem sido mais cogitada para a mistura no diesel de petróleo é a de 20% de biodiesel, B20. Os padrões para o biodiesel nos Estados Unidos são determinados e fixados pela norma ASTM D-6751. O Programa Americano de Biodiesel é baseado em pequenos produtores.

Como o diesel americano possui uma menor carga tributária, apenas a renúncia fiscal não permite viabilizar o biodiesel. Além das medidas de caráter tributário, têm sido adotados incentivos diretos à produção, como o Commodity Credit Corporation Bioenergy Program, que subsidia a aquisição de matérias-primas para fabricação de etanol e biodiesel, e atos normativos que determinam um nível mínimo de consumo de biocombustíveis, por órgãos públicos e frotas comerciais, como definido no Energy Policy Act (EPA Act).

Atualmente, o Biodiesel está sendo usado em frotas de autocarros urbanos, serviços postais e órgãos do governo. Nos EUA existem dois tipos de opção de compra do Biodiesel. Pode-se comprar diretamente o Biodiesel ou comprar a um distribuidor de petróleo.

O método mais comum de compra para frotas, é através de fornecedores e contacto com os produtores de biodiesel. A maior parte dos produtores de biodiesel entregará o biodiesel na forma de biodiesel puro ou já misturado, de acordo com a preferência do cliente. Alguns consumidores podem comprar o biodiesel diretamente de fornecedores em barris.

Outro método pode ser através de distribuidores através da sua compra a um distribuidor de petróleo. Esta é a maneira mais comum para os agricultores obterem o biodiesel, mas também uma boa opção para pequenas frotas. Existem centenas de distribuidores de petróleo e misturadores de biodiesel nacionais, incluindo grandes companhias como a Cenex e Growmark.

Em algumas bombas pode-se abastecer B100 ou B20 que se encontram disponíveis em postos de abastecimento e terminais marítimos.

Dados obtidos no final de 2005, indicam que nos EUA estão em funcionamento 45 fábricas de biodiesel. Está planeada a construção de mais 54 complexos semelhantes nos próximos anos. A escala de produção tem crescido significativamente e as plantas encontram-se distribuídas em vários pontos do país (Figura 5.2).

Fábricas instaladas e em construção nos EUA

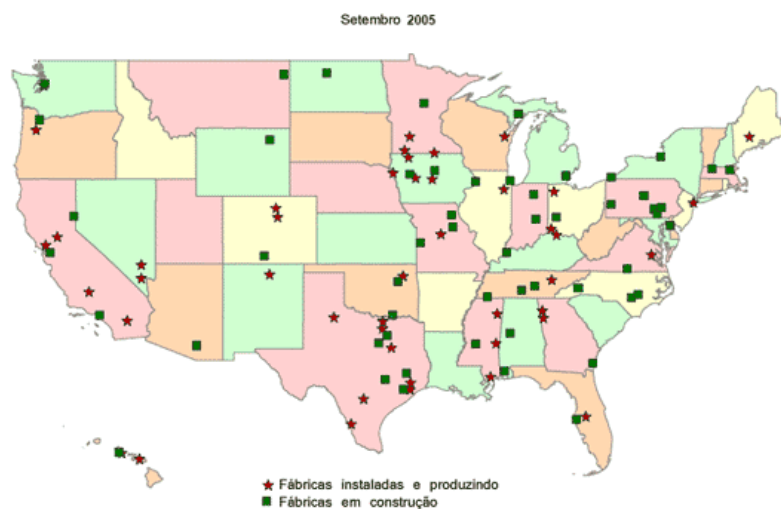


Figura 5.2: Fábricas de Biodiesel instaladas e em construção nos EUA até 2005.

(Fonte: <http://www.biodieselbr.com>)

Basicamente os pontos de venda de biodiesel localizam-se no centro do país, com grande concentração nos Estados de Minnesota, Missouri, os percussores do projeto. Na figura 5.3 está representada a localização geográfica desses pontos.

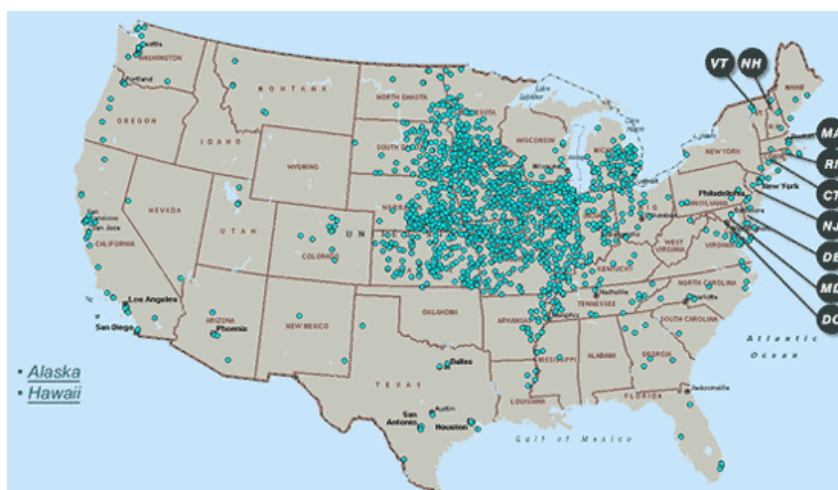


Figura 5.3: Principais pontos de venda nos EUA

(Fonte: <http://www.biodieselbr.com>)

5.4 Impacto da produção de biodiesel no continente americano

Em 2007, a produção de combustível para os biocombustíveis nos transportes ocupou 26,6 Mha, ou 1,7% da área cultivada mundial, em comparação com 13,8 milhões de hectares, ou cerca de 0,9% da área cultivada mundial em 2004 estimada pela OCDE / FAO (Bringezu et al., 2009).

O aumento da produção em 2008 levou a cerca de 35,7 milhões de hectares, ou 2,3% do total de terras de cultivo a ser utilizado em produção de combustível. A área plantada para os biocombustíveis foi distribuída principalmente entre os EUA e o Canadá (17,5 Mha), a União Europeia (8,3 Mha) e América Latina (6,4 Mha). Devido às condições climáticas mais favoráveis, as terras agrícolas para a produção de biocombustíveis está se expandindo, em particular, nos países tropicais. Este desenvolvimento é impulsionado por metas de volume, em vez de ordenamento do território.

Nos EUA, o potencial para a produção de biocombustíveis tem sido estimado em 60 bilhões de litros de etanol a partir do milho, o que implica expansão de terra agrícola de 12,8 Mha <http://www.whrc.org/resources/publications/pdf/SearchingeretalScience08>.

A produção de soja tem também contribuído para a expansão do uso do solo na produção de biocombustíveis, mas não de forma tão acentuada como em relação à produção de bioetanol.

No Brasil, os biocombustíveis são produzidos principalmente de bioetanol a partir de cana-de-açúcar e biodiesel a partir da soja. Em termos de uso do solo, o último teve um impacto maior. A produção de Soja ocupa mais de 6 milhões de hectares nas regiões de planalto do Brasil Central, produzido principalmente para alimentação humana e animal. Hoje, o óleo de soja é cada vez mais utilizado para a produção de biodiesel. O subproduto bagaço é usado como forragem e foi exportado pelo Brasil, em grande medida, por exemplo, para a UE. A expansão da produção de soja na Amazônia tem levantado preocupações ambientais graves, e levou ao acordo dos produtores de soja a uma chamada "morada da soja", segundo a qual a expansão da soja não deve usar as florestas primárias.

A área total de cultivo de soja poderia ser aumentada de 23 Mha em 2005, para cerca de 100 Mha. Tal crescimento atende a procura total de diesel no Brasil em 2020, assumindo que os rendimentos de soja poderiam ser aumentados em relação ao mesmo período em 25%. Além disso, o Brasil planeja aumentar a área para a produção de óleo de palma. Plantas oleaginosas, como mamona podem contribuir para a sustentabilidade regional, e este desenvolvimento também é suportado seletivamente pelo governo brasileiro com o programa "Selo Social". Foi estimado que o total de expansão da área plantada brasileira vai incluir 42% na área protegida, 7% na Amazônia e 51% em antigas pastagens. Também se pode esperar que as plantações de soja possam expandir, principalmente em pastagens e terras protegidas.(Bringezu et al., 2009)

5.5 Políticas do continente americano em relação ao biodiesel

Os EUA criaram o Programa de biodiesel com a meta de produção de cinco bilhões de galões anuais (20 bilhões de litros por ano). Considerando que um litro de biodiesel equivale em capacidade energética veicular a 2,5 litros de álcool etílico, o programa americano de biodiesel equivale a sete vezes o máximo atingido do programa brasileiro do álcool. Alguns estados americanos obrigam que seja adicionado, pelo menos 2% de biodiesel no óleo diesel mineral. Para incentivar e divulgar o biodiesel, a NASA e as Forças Armadas Americanas consideraram oficialmente o biodiesel, um combustível de excelência para qualquer motor do ciclo diesel. O Programa Americano de Biodiesel é todo baseado em pequenos produtores e consumidores.

Depois de amplamente testado e aprovado na Europa e nos EUA, a aceitação brasileira para o biodiesel torna-se mais fácil. Não se trata simplesmente de adicionar biodiesel, ou substituir o petrodiesel. É necessário entender a revolução que ocorreria no campo, na indústria, no ambiente, na formação de créditos, no nível de emprego, na oferta de alimentos e outros derivados de oleaginosas após a extração do óleo, no impacto no preço internacional, entre outros aspetos.

Para que se possa aproveitar todo o potencial energético brasileiro, deve-se isentar de impostos toda a cadeia produtiva do biodiesel, pois constitui uma providência a ser tomada, sem a qual não haverá possibilidade de competição desse novo combustível com óleo diesel mineral.

Deve-se promover um maior apoio a programas regionais. Uma alternativa viável seria a produção de biodiesel em sistemas integrados em regiões remotas, pois sabe-se que o custo de transportes do óleo diesel mineral para tais regiões pode atingir valores exorbitantes. É necessário trabalhar com comunidades, incentivando o trabalhador rural a produzir produtos para biomassa, já que a oferta de matéria-prima parece ser uma das principais dificuldades restritivas para a implementação de um programa de produção extensiva de biodiesel. Deve-se pensar estrategicamente toda a política de combustíveis vegetais alternativos, avaliando as potencialidades da produção agrícola de cada região, o desempenho energético e ambiental de cada cultura, não abrindo mão dos mercados internacionais já conquistados, para as atuais comodidades tradicionais.

Embora as políticas de biocombustíveis têm sido, em parte, para atenuar as alterações climáticas, as medidas que garantam efetivamente mitigação das mudanças climáticas parecem faltar. A maioria das medidas de política não difere entre os diferentes biocombustíveis, o seu potencial para reduzir as emissões de gases, depende em grande parte do tipo de matéria-prima e seu manejo. A sustentabilidade e as certificações estão a ser desenvolvidas, de forma a garantir, no mínimo, as melhorias dos biocombustíveis em relação as alternativas fósseis. Embora isso possa melhorar o desempenho ambiental das cadeias de produtos selecionados (dimensão "vertical"), pode não ser suficiente para assegurar os padrões de uso sustentável da terra, se a procura crescente leva à expansão da área cultivada

(dimensão "horizontal"). Como os biocombustíveis em geral têm custos muito mais elevados do que os combustíveis fósseis, os governos têm em grande parte abordado o desenvolvimento de biocombustíveis com uma ampla variedade de mecanismos de apoio destinadas a reduzir esta desvantagem. Estes subsídios, subvenções, tarifas, impostos isenções, e vários outros incentivos e preferências, têm impulsionado o desenvolvimento da agricultura de energia e uma indústria de biocombustíveis. Deve também notar-se que os combustíveis fósseis também recebem subsídios diretos e indiretos substanciais. Estima-se que os subsídios em todo o mundo para a energia pode ascender a US \$ 300 bilhões por ano. A abolição dos subsídios e a liberalização de todo o comércio de combustíveis fósseis resultaria num corte das emissões de gases de efeito estufa em cerca de 6%, de acordo com um relatório da OCDE de 2000. (Bringezu et al., 2009)

6. Produção de Biodiesel no Extremo Oriente

No extremo oriente a produção de biodiesel deriva quase exclusivamente do óleo de palma. A palmira começa a dar frutos ao fim de 4-5 anos e o potencial de produção tem vindo a aumentar devido a programas de melhoramento. Enquanto que algumas variedades com origem em África apresentavam apenas uma produção de 0,6t/ha em semente, as variedades melhoradas podem atingir uma produção 10 vezes mais elevada, cerca de 6t/ha. Na Malásia consegue-se obter uma produção de 7t/ha a partir do óleo do mesocarpo e de 1,25 t/ha do óleo da amêndoa. (El Bassam, 1998)

A alta procura global do óleo de palma é impulsionada pela sua grande variedade de usos, tais como óleo de cozinha, aditivo de comida, lubrificante industrial, ingrediente para cosméticos e, mais recentemente, como matéria-prima para produção de biodiesel.

Como matéria-prima para produção de biodiesel, o óleo de palma tem vantagens distintas em relação a outros óleos. Em primeiro lugar, o óleo de palma é a oleaginosa mais produtiva e, sem subsídios, o óleo de palma é mais barato do que qualquer outro óleo vegetal utilizado na produção de biodiesel. Em segundo lugar, como uma cultura perene com um ciclo económico de cerca de 25 anos, o óleo de palma é menos suscetível a mudanças nos padrões do clima, e assim garante uma fonte relativamente confiável de matéria-prima para a indústria de biodiesel, em comparação com uma cultura anual.

Para a produção de biodiesel à base de óleo de palma, produtos como óleo de palma refinado branqueado refinado e desodorizado (RBD) Óleo de palma ou olein2, são utilizados como matéria-prima. O processo de transesterificação produz ésteres metílicos, que podem ser utilizados na maioria dos motores a diesel, com pouca ou nenhuma modificação. Outro método de substituir o diesel de petróleo, envolve a mistura direta de óleo vegetal. Na Malásia, este segundo tipo de mistura diesel de óleo de palma, foi lançado com muita publicidade e é amplamente usado como óleo para cozinhar e é o líquido obtido pelo fracionamento do óleo de palma após cristalização em temperatura controlada.

A Malásia e a Indonésia têm vindo a aumentar a produção de óleo de palma e biodiesel, principalmente para a exportação para mercados na Europa, os EUA e na China. Até agora, a parcela de óleo de palma da produção de biodiesel global tem sido apenas cerca de 1%. Recentemente, no entanto, 95% do aumento da produção de óleo de palma na Malásia e Indonésia foi impulsionado pela crescente procura por biodiesel.

As centrais de biodiesel são construídas em parte com o apoio de empresas estrangeiras. No sudeste da Ásia, a expansão do óleo de palma é uma das principais causas da destruição da floresta.

Produtores de óleo de palma, preferem muitas vezes se expandir para áreas florestais, em vez de plantar em terras agrícolas abandonadas, uma vez que as florestas desmatadas

recentemente precisam de menos fertilizantes e os lucros são maiores. Na Indonésia, as florestas naturais e as turfeiras foram convertidos para uso agrícola por décadas. Chegou a um ponto notável no curso do mega projeto de arroz, em 1 Mha de floresta natural e área de turfeiras em Kalimantan em meados de 1990. Como consequência do aumento do uso da terra e as mudanças de cobertura da terra, enormes incêndios florestais em 1997/1998 destruíram 10 Mha de área de floresta tropical em Bornéu, Sumatra e Nova-Guiné, aumentando as concentrações de CO₂ atmosféricos globais em 1997, para quase o dobro dos valores médios de anos antes e depois de 1997.

Para promover o avanço e ampliar as estratégias, são necessários terrenos e uso sustentável de recursos. Medidas para aumentar os rendimentos agrícolas e limitar a expansão da área cultivada podem contribuir para uma utilização mais eficiente da terra.

Várias políticas podem ajudar na utilização da biomassa de forma mais eficiente, e além disso, melhorar a produtividade e reduzindo o consumo de utilização dos recursos (tanto bióticos e abióticos) nos transportes, indústria, e as famílias parecem ser um pré-requisito fundamental para a adaptação e a utilização da biomassa para níveis que podem ser fornecidos por uma produção sustentável. (Bringezu et al., 2009)

6.1 Malásia

A Malásia é atualmente o maior exportador do mundo e o segundo maior produtor (depois da Indonésia), de óleo de palma cru (CPO). Em 2009, a Malásia produziu 17,6 milhões de toneladas de CPO. A indústria de óleo de palma da Malásia é o quarto maior contribuinte para a economia e para as contas nacionais, com 8% do rendimento nacional bruto (RNB) per capita. Reconhecendo a sua competitividade, a Malásia tentou capitalizar sobre o emergente mercado de biocombustíveis, promovendo a produção de biodiesel à base de óleo de palma. O governo da Malásia lançou a Política Nacional de Biocombustíveis em 2006 e uma série de medidas de apoio para promover o desenvolvimento do setor. No entanto, desde a adoção da política, os preços do óleo de palma subiram e os preços dos combustíveis fósseis tem diminuindo, reduzindo assim a viabilidade económica da produção de biodiesel à base de óleo de palma, com o mandato sobre a venda da mistura de biodiesel B5 do governo, adiada há mais de um ano por falta de subsídios diretos, o panorama atual para a indústria de biodiesel da Malásia é incerto.

Na Malásia, a partir de 2010, a área de plantação de óleo de palma foi de 4,85 milhões de hectares, cobrindo 14% da área total de terra na Malásia. Sabah, ainda tem a maior área plantada com palma de qualquer Estado, representando 1,4 milhões de hectares. Sarawak, registou um aumento de 9,5 % na área plantada em 2010, as mais altas do país. O Estado conta agora com 0,9 milhões de hectares de plantação de óleo de palma. Os preços do óleo de palma mantiveram-se elevados no final de 2010 e início de 2011. No entanto, as previsões

diferem em bruto para os preços do petróleo em 2011, refletindo a volatilidade dos fatores, tais como os preços do petróleo bruto e influenciando mudanças nos mandatos de biodiesel.

As exportações de biodiesel da Malásia caíram 60 % em 2010 para 90 000 toneladas, com muitos produtores que não conseguem manter operações devido ao alto custo de produção. O “Malaysian palm oil Board” informou que as exportações de biodiesel locais cessaram por dois meses em Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011. A recente decisão do governo da Malásia em subsidiar o preço do biodiesel, juntamente com o lançamento da Central de biodiesel de óleo da Neste com 800 000 toneladas por ano, pode em Singapura, insuflar nova vida do biodiesel nas indústrias locais. Muitos estão também na esperança de que as perspectivas para o biodiesel serão mais favoráveis, com a instabilidade política no Médio Oriente e África do Norte, levando os preços do petróleo a subir (EUA US \$ 100 por barril).

Prevê-se que a plantação de óleo da Neste Singapura possa ser uma importante fonte de procura futura de matéria-prima para a Malásia. No entanto, devido à força da corrente que projetou os preços do óleo de palma, o governo admite que o subsídio seja insuficiente para compensar o alto custo de produção.

Na Malásia o diesel é uma mistura de 5 % de óleo de palma processado com 95 % de diesel de petróleo. Desde que a “Envo Diesel” usa óleo de palma refinado em vez de éster metílico de palma, a produção de custo baixou consideravelmente (uma vez que não necessita ser transterificado), dando-lhe assim uma maior margem de lucro. O plano inicial era usar Envo Diesel em veículos do governo antes de estender gradualmente a sua utilização para a indústria e setores de transporte em 2010. No entanto, a implementação de Envo Diesel encontrou vários obstáculos particularmente nos fabricantes de motores diesel. A Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) recusou-se a estender a garantia do motor para o uso de Envo Diesel, devido a preocupações com o entupimento do filtro, corrosão do sistema de combustível e incompatibilidade do material. Além disso, a mistura de combustível tem uma maior tendência a solidificar a menores temperaturas e, portanto, inadequado para uso em climas frios e temperados.

Como resultado, o governo mudou para o que é conhecida como o comum B5, que é 5 % metil éster de palma misturado com 95 % de diesel de petróleo. A Malásia importa um valor estimado de 10 milhões de toneladas por ano de óleo diesel e o uso de B5 de mistura pode reduzir o volume de importação de 500 000 toneladas, economizando um valor estimado de EUA \$ 380.000.000 por ano.

Embora a ênfase incida predominantemente sobre o óleo de palma, existem algumas iniciativas que procuram outras culturas para a produção de biodiesel. No Conselho de Sabah, para o desenvolvimento da terra (SLDB), o planeamento é cultivar jatrofra em escala comercial como forma de aliviar a pobreza no interior de Sabah. Foi lançado um projeto piloto para avaliar a viabilidade de plantações de *jatropha* no final de 2007 em Kota Marudu, Sabah. No entanto, é

ainda muito recente o cultivo de pinhão-mansão para a Malásia e ainda tem que receber total apoio do governo como sendo uma colheita de biocombustíveis comercialmente viável.

O interesse comercial em biodiesel na Malásia remonta para o início de 1980. O governo da Malásia, como o maior produtor e exportador de óleo de palma do mundo na época, percebeu o seu potencial para se tornar um pioneiro na indústria de biodiesel.

A pesquisa em laboratório do biodiesel de palma começou em 1982, intitulada pela Palm Oil Board Malásia (MPOB, então conhecido como PORIM) financiado por uma investida taxa de desenvolvimento da indústria de óleo de palma. Dois anos depois, uma planta piloto para a produção de biodiesel de palma foi construída em colaboração com Petronas (Petroliam Nasional Bhd). Em 1985 estavam a ser produzidas 3000 toneladas por ano de éster metílico de óleo de palma. Nos anos que se seguiram, testes e ensaios de laboratório, avaliação de campo e motor estacionário, foram realizados com sucesso num grande número de veículos movidos a diesel, incluindo táxis, camiões comerciais, carros de passeio e autocarros. Em 1992, a MPOB desenvolveu com sucesso num inverno, o grau de tecnologia de produção de biodiesel, o que permitiu o uso de biodiesel de palma a baixas temperaturas. No entanto, apesar dos extensos ensaios de investigação e de campo que ocorreram durante a década de 1990, a indústria de biocombustíveis da Malásia chegou a um impasse.

Foi dada nova vida ao setor quando a Política de diversificação adotou o quinto combustível no âmbito do Oitavo Plano da Malásia (2001-2005).

Em resposta a objetivos políticos, esforços foram feitos para promover a utilização da biomassa, biogás, resíduos sólidos urbanos, solar e mini-hídricas, como fontes de energia renováveis. Foi reforçado o Nono Plano da Malásia (2006-2010). Numa tentativa de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e adotar mais fontes de energias renováveis, combustíveis alternativos como o biodiesel de palma, foram promovidos, especialmente no sector dos transportes.

Em 2006, o governo adotou a Política Nacional de Biocombustíveis para promover ainda mais a produção e consumo de biodiesel. Em apoio à política, o governo anunciou o compromisso de pôr de lado 6 milhões de toneladas de CPO para a produção de biodiesel. Em agosto do mesmo ano, a primeira central de biodiesel da Malásia começou a operar em escala comercial em Pasir Gudang, de agosto a dezembro de 2006. Foram produzidos na Malásia, 55 000 toneladas de biodiesel e aumentaram para quase 130 000 toneladas em 2007.

No final de setembro de 2007, o governo tinha aprovado 92 licenças para projetos de biodiesel individuais com capacidade de produção de 10,2 milhões de toneladas. No entanto, muitos desses projetos propostos foram atrasados ou cancelados devido a inviabilidade da redução do biodiesel, resultante do aumento dos preços do óleo de palma e diminuições dos preços dos combustíveis fósseis. Em outubro de 2008, o Ministro da Plantação Indústrias e Comodidades, anunciou que apenas 14 centrais de biodiesel estariam em produção, com uma capacidade

instalada de 1,68 milhões de toneladas, realizando apenas 16% do volume total de produção que foi licenciada em 2007.

Em 2009, as exportações de biodiesel da Malásia aumentaram 24,9 %, para 230.000 toneladas, a partir das 180.000 toneladas do ano anterior. A União Europeia, foi o maior mercado de exportação de biodiesel, o que representa 119.000 toneladas (ou 52,4% do total das exportações de biodiesel), seguido pelos Estados Unidos, com 40.000 toneladas (17,4 %). De acordo com o MPOB, a receita de exportação gerada a partir de biodiesel, foi 605.8 milhões em 2009. No entanto, menos de 1 % de óleo de palma produzido na Malásia é utilizado em produção de biodiesel.

O governo da Malásia tinha originalmente definido 01 de janeiro de 2010 como prazo para vender biodiesel B5 em todos os postos de gasolina em todo o país. Devido aos altos preços do óleo de palma e, conseqüentemente, o grande subsídio governamental necessário (estimado em 250 milhões por ano) para misturar e distribuir o biodiesel, o governo também considera a redução da mistura B5 para uma mistura B3. Compreensivelmente, a proposta foi duramente criticada por produtores de biodiesel, com uma mistura B3 significaria usar apenas 300.000 toneladas de biodiesel, muito pouco para tornar a produção economicamente viável. Conseqüentemente, revertido o governo para utilizar a mistura original B5. A execução foi adiada até junho de 2011 e limitada à Região Central compreendendo Kuala Lumpur, Melaka, Negeri Sembilan, Norte Johor, Putrajaya, Selangor, Perak Sul e Oeste Pahang.

Para este fim, a construção de instalações de mistura em linha por parte do governo está em andamento com um custo esperado de 43.1 milhões (EUA 13,5 milhões dólares) em depósitos de petróleo no Terminal de Distribuição de Vale Klang e Porto Klang em Selangor, Negeri Sembilan , Port Dickson e Tangga Batu em Melaka. O Biodiesel iria custar um adicional 0.04 a 0,05 por litro, em comparação com o diesel de petróleo.

De acordo com o ministro da Indústria da plantação e Comodidades, Tan Sri Bernard Dompok , o Gabinete ainda não decidiu se os consumidores devem ter o custo extra (Ooi 2010b) . No entanto, o MPOB providenciou um fundo de arranque pena 1 milhões cada um, para as cinco empresas de petróleo que operam na País: BHP, Chevron, ExxonMobil, Petronas e Shell. O fundo destina-se ao desenvolvimento da infra-estrutura necessária para configurar os depósitos de mistura B5 na Região Central.

A Malásia tem 25 centrais de biodiesel, com a grande maioria operando na península da Malásia. Estas, têm uma capacidade total de 2,6 milhões de toneladas, no entanto atualmente a produção é menor do que 10 % do total da capacidade instalada.

O desenvolvimento do óleo de palma e alívio da pobreza através do assentamento de três esquemas de colonização têm desempenhado papéis importantes no crescimento do cultivo de óleo de palma na Malásia. São geridos pelo Desenvolvimento Land Federal Autoridade de (FELDA), pela Terra Sabah Conselho para o Desenvolvimento (SLDB) e pela Terra Sarawak Conselho de Desenvolvimento. A FELDA foi estabelecida sob o Desenvolvimento Agrário. Em

primeiro lugar, o seu papel era para gerenciar e canalizar fundos federais para o desenvolvimento dos respectivos governos estatais da terra e projetos de estabelecimento. No entanto, em 1961, a FELDA foi encarregada de conduzir o seu próprio desenvolvimento de terras e esquemas de liquidação em todo o país. Através de esquemas, foram atribuídos a cada colono (baixas rendas a populações sem-terra rurais), um lote de habitação e um pedaço de terra para cultivar. A renda é obtida a partir da produção da plantação, e outras atividades agrícolas e não-agrícolas. A FELDA também fornece terras com uma renda mínima garantida. Os Settlers eventualmente ganham a propriedade dos lotes depois de terem pago para os custos de desenvolvimento das unidades. Desse desenvolvimento, 42% do custo fica a cargo do governo, ao passo que é esperado que cada colono suporte o custo restante.

A FELDA apoiou o estabelecimento de mais de 100.000 famílias que antes eram sem-terra e viviam abaixo do linear da pobreza, fornecendo a cada família 4 ha de terras cultivadas com culturas como o óleo palma ou cacau. Foram proibidos, a conversão de óleo de palma para outras culturas, ou vender ou arrendar terras a terceiros sem aprovação prévia do Estado. No entanto, em alguns casos, os colonos venderam ou hipotecaram a suas terras sem o conhecimento de FELDA ou do estado.

Através deste esquema de terra, a FELDA gere atualmente hectares de plantações (cerca de 85% é plantada com dendê) e fornece serviços básicos, como água canalizada, energia elétrica, escolas, estradas e instalações médicas para agricultores.

Durante o Sexto Plano da Malásia (1991-1995), foi dado menos ênfase ao desenvolvimento de novas terras para domínio agrícola a favor do aumento da produtividade agrícola.

O Recrutamento colonizador da FELDA cessou e as áreas ainda não foram resolvidas sendo transferidas para as empresas imobiliárias. Trabalhadores agrícolas foram recrutados em vez de famílias de colonos. A FELDA foi reestruturada para criar uma nova divisão, FELDA Plantations Sdn Bhd, que administra 38% de área de terra da FELDA, deixando o restante com um novo esquema de parcelas de colonos que no geral foram plantados com óleo de palma. Esta mudança política no Sexto Plano da Malásia continuou no Sétimo Plano Malásia (1996-2000). As agências de desenvolvimento da terra de Sabah e Sarawak foram incumbidas de desenvolver 37.090 ha de terra nova, com empresas particulares que desenvolvem mais 88.890 ha de terra.

Assim, a filosofia política do governo da Malásia passou de empresas estatais a favor do setor privado.

O Sabah Conselho de Desenvolvimento Terra foi formado em 1969 e constituído de acordo com o Estado de Sabah Bill Promulgação 23 em 1998. O objetivo principal do Conselho é o desenvolvimento de terras agrícolas para o estabelecimento de pessoas sem terra em Sabah, Sawit Kinabalu Bhd foi formada em 1996, quando o governo do estado de Sabah decidiu privatizar o conselho através de uma fusão com a Borneo Samudera Sdn Bhd. Em 2002, Sawit Kinabalu BHD e o SLDB foram separados em duas diferentes entidades. Sendo, Sawit

Kinabalu Bhd um investimento holding de propriedade do ministro-chefe Incorporated, enquanto o Conselho Sabah Land Development continua a ser um órgão do governo estatal responsável pelo desenvolvimento rural e pelos programas de erradicação da pobreza.

Em Sarawak, os projetos de reordenamento rural estavam em primeiro modelo na FELDA. Os esquemas foram inicialmente implementados pelo Ministério da Agricultura, mas foram mais tarde assumidos pelo Sarawak Land Development Board. Os esquemas falharam e foram mais tarde abandonados por falta de conhecimentos necessários de trabalho, e os agricultores eram frequentemente incapazes de fazer os pagamentos dos empréstimos necessários.

Na década de 1990, o governo introduziu o Sarawak New Model Concept (Konsep Baru) como uma estratégia para desenvolvimento rural em terras sob direitos dos costumes nativos. Isto envolve a formação de uma empresa de joint venture. O risco do conceito da junção, baseia-se no pressuposto de que fragmentos de áreas de terra habitual nativa podem ser agrupados no Banco Native Land. O Conselho de Desenvolvimento de Terra Sarawak e da Custódia da Terra e Autoridade de Desenvolvimento são nomeados como diretores agentes. Proprietários nativos de terras, tiveram de assinar um contrato legal para atribuir todos os seus direitos, interesses e ações da terra para a agência de governo, que iria, em seguida, entrar numa joint venture com a uma empresa privada. Sob a companhia de empreendimento a joint arranjou a empresa privada que detêm 60 % de participação, o proprietário tem 30% e o órgão do governo detêm os 10% restantes.

Foram emitidos títulos de terras para a joint venture, há 60 anos. O governo do estado de Sarawak espera esta estratégia para fazer, as tradicionais terras nativas mais produtivas e rentáveis, bem como ajudar a atingir a meta de desenvolver um milhão de hectares de óleo de plantações de palmeiras em 2010. O governo considera Sarawak mais nativa tradicional no estado para ter terras disponíveis. A Consolidação terra Sarawak e Reabilitação Autoridade tem atualmente 18.000 de proprietários de terras da NCR, cobrindo uma área de 50.000 ha, a participar no seu esquema de plantação de óleo de palma. Esta Autoridade está a planear ampliar a participação no esquema de 90.000 NCR proprietários de terras em 2020.

Muitos casos têm sido relatados em Sarawak , sobre o fato de as comunidades não serem consultadas antes da expansão das plantações de óleo de palma e que os direitos e costumes dos seus nativos à terra não foram reconhecidos pelo governo estatal. Mesmo quando as consultas foram feitas (por exemplo, as negociações para compensação), com os chefes das aldeias envolvidas, excluindo o resto da comunidade do processo de tomada de decisão, indígenas expressaram desconfiança sobre a transparência das contas conjuntas das empresas de risco e de processos de tomada de decisão, que as comunidades não tiveram acesso. As comunidades estão completamente a mercê da joint venture, quando se trata de atribuição de benefícios e lucros.

A maior fabricante de aviões do mundo, a Airbus, anunciou que iria criar na Malásia um centro de excelência para o desenvolvimento de pesquisas de biomassas que resultassem numa

produção sustentável de biocombustíveis para a aviação. Para tal, a empresa assinou um memorando de entendimento com o Centro Aeroespacial de Inovação da Malásia (AMIC), o Grupo Indústria-Governo para Alta Tecnologia da Malásia (MiGHT) e a Universidade de Putra.

A iniciativa não foi inédita; Europa, América, Austrália, China e Médio Oriente, já tinham sido contemplados com propostas similares. Entretanto, a escolha da Malásia para integrar o projeto deve-se ao potencial do país para produção de biomassa de biocombustível para a aviação.

Já faz algum tempo que o governo da Malásia vem estudando lançar o seu próprio certificado para atestar a sustentabilidade do óleo de palma produzido no seu território. Segundo o Conselho de Óleo de Palma da Malásia (MPOC) órgão governamental que trata desse segmento, o lançamento do novo certificado, aconteceria ainda nesse ano. A informação foi divulgada no portal da agência de notícias do governo. Segundo o ministro da Indústria de Plantações e Commodities, Datuk Amar Douglas Uggah, a certificação, que seria chamada de Malaysian Sustainable Palm Oil (MSPO), já se encontra em fase avançada de implementação. Entretanto, ele diz não saber quando efetivamente isso ocorreria.

6.2 Indonésia

A Indonésia está a tentar aproveitar esse emergente mercado mundial de biocombustíveis, assim como muitos outros países em desenvolvimento. O país tem uma vasta plantação de óleo de palma e é agora o produtor líder mundial de óleo de palma cru (CPO), portanto, está bem posicionado para desenvolver a produção de biodiesel. Em 2009, a Indonésia produziu 20,9 milhões de toneladas de CPO, em conjunto com a Malásia fornecendo 85 % da procura mundial de óleo de palma. A fim de aproveitar este potencial e reduzir a conta de importação de petróleo na Indonésia, o governo da Indonésia adotou a Política Nacional de Energia em 2006. O objetivo total da política foi de aumentar o uso de biocombustíveis para 5% do consumo nacional de energia até 2025. A Timnas BBN, a força encarregada de coordenar o desenvolvimento de biocombustíveis, também teve como objetivo desenvolver até 5,25 milhões de hectares de novas plantações de matéria-prima de biocombustível em 2010, de 1,5 milhões de ha que eram para ser de plantações para óleo de palma.

O planeamento da expansão de biocombustíveis e de óleo de palma na Indonésia, tornaram-se assunto político e de debate ambiental. Alguns vêem o biodiesel à base de óleo de palma, como desempenhando um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, fornecendo uma fonte alternativa de energia e contribuindo para o desenvolvimento do meio económico e subsistência rurais. Outros estão gravemente preocupados com a economia sem preocupação social, económica e com as implicações ambientais. Um estudo recente indica que, no sudeste da Ásia quase 60% das terras agrícolas foram anteriormente florestadas argumentando que os impactos das plantações de óleo de palma nas florestas são

relativamente limitados, tirando 22 milhões de ha de floresta alocados para a conversão, apenas 2 milhões de ha foram realmente limpos e plantados com óleo de palma.

Os biocombustíveis continuam a ter um lugar de destaque em planos de desenvolvimento do governo indonésio e as metas de biocombustíveis podem ter implicações significativas no uso da terra. Assim, é importante fazer um balanço dos desenvolvimentos até então e analisar o papel dos marcos legais e políticos na formação da trajetória de desenvolvimento do biodiesel relacionados com plantações de palmeiras (*Elaeis guineensis*)

O desenvolvimento do setor de óleo de palma no sudeste da Ásia remonta a 1848, quando quatro palmas foram transportadas de África para os jardins botânicos em Buitenzorg (o atual Bogor) em Java, Indonésia, que estava sob o controle holandês. Os descendentes destas quatro palmas foram transferidos para Deli em Sumatra, onde inicialmente foram utilizados para fins ornamentais. A primeira plantação em larga escala de óleo de palma na Indonésia foi estabelecida por comerciantes holandeses em 1911. Utilizando eventualmente a semente de palmas de Deli, essas plantações cresceram para cobrir uma área de 200.000 ha. As plantações coloniais holandesas foram nacionalizadas em 1957, depois de sofrerem um período de abandono e declínio. Desde 1968, o governo do então presidente Suharto criou condições para a renovação de um investimento no setor florestal e de plantações.

Inicialmente, a exploração da madeira era de muito mais rápido desenvolvimento, no entanto, em 1979, o desenvolvimento das plantações privadas em propriedades de pequenos agricultores receberam um estímulo renovado com a ajuda financeira do Banco Mundial. Apesar da ajuda financeira do Banco Mundial, o crescimento de propriedades de óleo de palma na Indonésia permaneceu modesto até meados da década de 1990, cedendo à madeira, os setores de papel e celulose. No entanto, a partir de meados dos anos da década de 1990, com a procura de óleos comestíveis na Europa e noutros mercados emergentes começaram a subir. A taxa de expansão de propriedades de óleo de palma na Indonésia começou a aumentar à medida que em 2009, o governo estima que o óleo de palma da Indonésia cobriria 7 milhões de hectares, 60% na forma de plantações em grande escala, e 40% detida e gerida por pequenos produtores. Em 2010, a área total de plantação atingiu 7,8 milhões de hectares.

A grande procura por produtos de óleo de palma, tanto no mercado interno como no externo (especialmente de mercados emergentes como a China e a Índia) tem incentivado o governo da Indonésia a apoiar a expansão das plantações do óleo de palma em várias partes da Indonésia. A maioria das concessões de plantações que foram entregues em Kalimantan e Sumatra, em 2011, tinham sido atribuídas para produção de óleo de palma nestas ilhas (Figura 6.1) Em média, menos de metade dessa área foi realmente desenvolvida em plantações produtivas. Assim, o crescimento ocorreu, maximizando o uso de terras já destinadas para o óleo de palma.

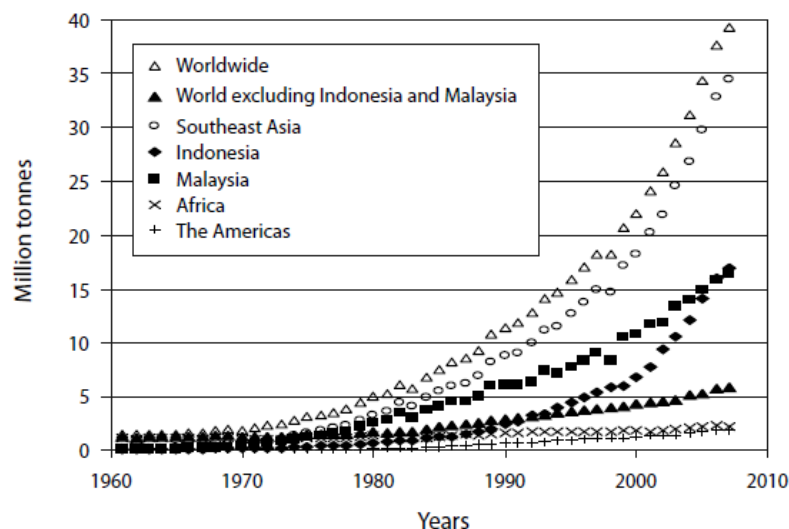


Figura 6.1: Produção de óleo de palma na Indonésia e outros produtores mundiais.

(Fonte : www.cbd.int/agriculture/2011-121/UNEP-WCMC3-sep11)

Desde 2005, os biocombustíveis têm atraído cada vez mais a atenção do governo da Indonésia, devido ao seu potencial para reduzir a dependência do país de combustíveis fósseis, ao fornecer uma saída de mercado adicional para produtos de óleo de palma. De acordo com o Ministério de Energia e Recursos Minerais, o consumo do petróleo atingiu 60 bilhões de litros em 2005, mais do que o país produz. No ritmo atual de extração e uso, as reservas de petróleo existentes na Indonésia vão durar apenas 25 anos.

A Indonésia tem sido dependente dos combustíveis fósseis para as receitas e para apoiar o desenvolvimento económico. Tornou-se cada vez mais urgente conservar as reservas remanescentes e adotar fontes de energias alternativas. Em 2005, a receita do Estado a partir de setor de petróleo e gás foi de cerca de EUA \$ 19200000000 (24% do produto interno bruto). No entanto, o nível de produção de petróleo da Indonésia diminuiu durante 2000 a 2010, enquanto que os níveis de consumo têm aumentado. A produção de petróleo e condensado em 2006 foi de 1,01 milhões de barris por dia, uma redução de 5% em comparação com o ano anterior, enquanto o nível de consumo foi de cerca de 1,2 milhões de barris por dia. A Indonésia é agora um país da rede importadora de petróleo e a sua economia é muito afetada pelas flutuações dos preços globais de combustíveis fósseis. O aumento no preço global de petróleo em 2008 teve implicações importantes para a economia na Indonésia.

Espera-se que o desenvolvimento de biocombustíveis vá reduzir as despesas com os subsídios aos combustíveis fósseis.

Baseado no roteiro da Indonésia para o desenvolvimento do biocombustível, elaborado pela Timnas BBN, espera-se que os biocombustíveis constituam 5% da matriz energética nacional em 2025, num total de 22.260 milhões de litros de biodiesel, bioetanol e bio-óleo. Espera-se

que o uso de biodiesel seja responsável por 10% (ou 2,4 bilhões de litros) do total de consumo de combustível diesel até 2010 e 20% (ou 10,22 bilhões de litros) em 2025.

Para apoiar ainda mais o desenvolvimento de biocombustíveis, a Timnas BBN formulou várias estratégias-chave incluindo incentivos fiscais, mecanismos de preços, desenvolvimento de infra-estruturas, ajuda para aquisição de terras, desenvolvimento de zonas especiais de biocombustíveis e aumento da quantidade de energia auto-suficiente em aldeias. A Timnas BBN estima que o investimento em larga escala na produção de biocombustíveis não só faria melhorar a independência energética reduzindo o fardo dos subsídios aos combustíveis, como também geraria emprego e receitas.

As metas projetadas de área de terra, pela Equipa Nacional de Biocombustíveis para os biocombustíveis, exigiria cerca de 5,25 milhões de hectares em 2010, e 10,25 milhões de hectares até 2015. A fim de garantir o terreno para as plantações de matérias-primas de biocombustíveis, a Timnas BBN trabalhou para sincronizar dados de diferentes instituições como o Ministério da Agricultura, a Agência Nacional de Terras e do Ministério das Florestas.

O grupo de trabalho produziu uma estimativa mostrando que a Indonésia possui aproximadamente 27 milhões de hectares de florestas 'improdutivas', que podem potencialmente ser convertidas em plantações de matérias-primas para biocombustíveis (Colchester et al. 2006). Estas "improdutivas" são florestas ou áreas florestais consideradas danificadas, além da recuperação como resultado da exploração de madeira destrutiva, agricultura itinerante e outras atividades. O Ministério de Engenharia Florestal também indica que há cerca de 22,8 milhões de hectares de florestas conversíveis que poderiam ser usados para plantações de biocombustíveis.

O grupo de trabalho produziu mapas de terras com aptidão focada em três principais matérias-primas para os biocombustíveis (óleo de palma, pinhão manso e cana de açúcar), identificando quatro tipos de terras consideradas adequadas para os biocombustíveis. As terras e as estimativas resultantes incluem, áreas florestais que foram legalmente liberadas para fins "nonforestry", mas para as quais não foram emitidos alvarás de plantação para o associado (cerca de 2,7 milhões de hectares), incluem também o Land3 abandonado e o degradado land4 (cerca de 0,3 milhões de hectares), incluem terras onde os alvarás de plantação não são mais ativos (cerca de 2,4 milhões de hectares) e incluem também as Convertible forest lands.

Os primeiros três tipos de terra têm um total de 5,4 milhões de hectares. A terra disponível, para conversão de floresta em produção, é localizada principalmente na parte oriental do país (Maluku e Papua) e cobre cerca de 13,7 milhões de hectares. Estas estimativas preliminares da terra requerem mais passos para confirmar com as instituições governamentais locais, se estão realmente disponíveis. Isso também exige a coordenação entre o Ministério da Agricultura, Ministério do Ambiente e o Ministério da Agência Nacional de Terras.

As plantações de palma em larga escala têm sido frequentemente associadas a impactos sociais negativos sobre as comunidades rurais e os povos indígenas. Foram encontrados muitos casos de abusos de direitos humanos cometidos por empresas de cultivo, especialmente durante aquisição de terras e desenvolvimento de plantações.

Outros estudos indicam que, a maioria dos conflitos entre investidores e as comunidades de plantações, ocorreram devido a uma falta de reconhecimento dos direitos dos costumes, acordos violados, promessas quebradas e desrespeito pelo meio ambiente local. Sawit Watch informou que até 2010 o número de conflitos na área de plantações de palmeiras de óleo foram de 630, enquanto a Agência Nacional de Terras relatou 3.500 casos de conflitos relacionados

Geralmente assume-se que o cultivo de óleo de palma é uma importante fonte de renda para as comunidades rurais e trabalhadores migrantes. Independente de minifúndios de óleo de palma gerarem retornos elevados, tornando-os altamente competitivos, é muito mais rentável a produção de arroz e borracha. Este é certamente o caso para pessoas acima de um certo limite de renda e habilidade, uma vez que o cultivo de óleo de palma requer uma certa experiência. Por isso, o desenvolvimento de óleo de palma em Kalimantan é provável que seja mais benéfico para as comunidades locais que já tiveram alguma experiência com óleo de palma e não para indígenas Papuas que não têm experiência em tal. Embora o óleo de palma pareça ser um meio para melhorar a renda, a forma como é introduzido e consumido afeta as relações sociais e propriedades da terra em áreas rurais de uma forma que pode em última análise, trabalhar contra o bem-estar das pessoas pobres (McCarthy, 2010).

Em alguns casos, o óleo de palma pode levar a um agravamento das condições de subsistência. O óleo de palma desenvolvido em Kalimantan Central afetou as práticas de cultivo e originou a mudança de local das Comunidades Dayak, ameaçando a sua segurança alimentar.

A falta de aplicação de políticas de AIA também cria impactos sociais adversos. O EIA, documento aprovado, especifica como qualquer empresa deverá tomar medidas para capacitar as populações locais que vivem em torno das plantações, por exemplo, fornecendo instalações públicas e de apoio à educação. No entanto, o fracasso das empresas em cumprir estes compromissos, em parte devido à falta de implementação de monitorização da AIA por autoridades competentes, muitas vezes resultam em relações pobres e até mesmo conflitos entre as empresas e as comunidades locais. Também é surpreendente saber que as empresas de plantações de óleo de palma costumam executar os seus negócios sem documentação EIA aprovados, principalmente em Papua e Kalimantan Ocidental.

O artigo 74 da Lei N º 32/ 2009, relativo a proteção e gestão ambiental reforçou a importância do acompanhamento e supervisão da implementação do EIA. Enquanto permanece não se sabe se será efetivamente implementado, é concedida maior autoridade aos oficiais do governo para entrar em áreas de plantio de forma inesperada, para impedir quaisquer irregularidades, monitorizando e salvaguardando a aplicação da legislação ambiental.

Os problemas sociais surgem frequentemente durante a preparação das etapas do processo de aquisição de terra para as plantações, especialmente em Papua. Às vezes incluem resistência das pessoas para o investimento da empresa e planos de compensação, esta resistência conduz a manifestações e esforços para bloquear o lançamento das operações das empresas. Mesmo que os regulamentos sejam colocados para evitar tais conflitos, existem pontos fracos no regulamento.

O Ministro da Agricultura /Chefe do Regulamento da Agência Nacional 2/1999 sobre localização da terra, não permite, por exemplo, estabelecer etapas de consulta latifundiária. Os investidores são obrigados a divulgar informações sobre possíveis impactos, esclarecer planos de investimento, recolher dados sociais e ambientais relevantes e permitir que os proprietários de terras sugeriram ações alternativas e determinem os níveis de compensação pela perda das suas terras. O regulamento, nomeadamente, omite a possibilidade dos proprietários das terras poderem rejeitar os planos propostos para o uso das suas terras. Só são concedidas oportunidades de negociar os termos da transferência dos seus direitos, incluindo os mecanismos de transferência, ou seja, uma venda com opção de compra (aquisição) transação, pagamento de indemnização, a título de emparcelamento ou por algum outro processo acordado acima entre os proprietários das terras e os investidores.

Os investidores também são obrigados a realizar uma audiência pública sobre o plano de plantação, antes dos documentos EIA poderem ser preparados. Ao público são permitidos 30 dias para comentários e sugestões. Por meio de sua regulação, o Chefe da Agência Nacional das Terra, também estipula que a transferência das terras dos proprietários de terras e as empresas deve ser exibida numa forma escrita na parte frontal da cabeça das Terras locais. No entanto, na prática, as comunidades locais, muitas vezes não têm uma palavra a dizer sobre o processo. O governo como organismo que é suposto servir de facilitador neutro ou mediador, muitas vezes está do lado dos investidores.

6.3 China

A China é, atualmente, um dos maiores emissores de gases poluentes na atmosfera, fruto do enorme crescimento económico que o país apresenta nas últimas décadas, e tem apresentado crescente interesse no uso de biocombustíveis, planeando elevar sua participação na matriz energética nacional. A China consome 70 milhões de toneladas de diesel por ano e pretende diminuir esta procura por diesel produzindo plantas de biodiesel à base de soja, palma e colza.

Segundo PRATES, PIEROBON e COSTA (2007), a produção de biodiesel na China tem o óleo de colza e o óleo de fritura usados como principais fontes de matéria-prima, havendo esforços também para a produção de biodiesel por meio da palma. (www.bndes.gov.br)

A estatal China National Offshore Oil Cop. (CNOOC) tem planos de, a médio prazo, alcançar a produção de mais de 1,136 milhões de m³ de biodiesel à base de palma. Uma forma de

obtenção de matéria-prima seria por meio do óleo de palma produzido na Malásia www.bndes.gov.br. A República Popular da China, sendo o país mais populoso do mundo e um dos tentáculos da economia global, estabeleceu recentemente um Plano de Desenvolvimento para Energias Renováveis, incluindo o Biodiesel, visando reduzir a sua contribuição para aquecimento global.

As fontes atuais, são insustentáveis sob os aspectos ambientais, económicos e sociais. O fornecimento de energia é um dos grandes desafios no século 21 (IEA, 2011).

Entre os combustíveis renováveis, o biodiesel tem recebido cada vez mais atenção por várias razões.

A China, com uma população estimada em 1,3 bilhões de pessoas, com pujante crescimento económico, sendo um tentáculo da economia global, e com o aumento das tendências na procura e no consumo de energia, pode afetar fortemente o cenário mundial energético. No presente, a China apresenta uma fase de rápida industrialização, crescente urbanização e declínio da participação da agricultura na economia. Com o desenvolvimento do setor secundário em detrimento do primário constitui-se um novo desafio, o de ofertas de alimentos para a população. Embora a produção de arroz e de trigo venha atendendo à procura interna, a China importa milho e soja desde 2004. Os chineses são os maiores importadores de soja do mundo, o que significa 1/3 de todo o mercado internacional.

Em 2010, o consumo total de energia da China ultrapassou em 37.7% o nível de 2005. O consumo de petróleo de 2002 a 2010 cresceu a uma taxa de 7,83%, o que significou maior dependência externa de petróleo de 55%. A rápida taxa de procura de energia, aliada a preocupações ambientais pela emissão de gases de efeito estufa, motivou o Governo chinês a desenvolver diversas políticas públicas para diversificação de fontes de energia, conservação e também para uma matriz energética mais limpa. Em 2006, a RPC formulou o 'National Assessment Report on Climate Change' e, em 2007, instituiu o "China's National Climate Change Program", "Energy Conservation Law" e "Renewable Energy Law".

Também em 2007, a China criou o Programa "Mid-Long Term Development Plan for Renewable Energy", com metas para 2010 e 2020. Foram formulados regulamentos e incentivos para estimular o uso e a competitividade das energias renováveis.

Em relação ao biodiesel, foram estabelecidos metas para consumo a médio e a longo prazo. Por questões de preocupações com a segurança alimentar no uso da terra agrícola, o Governo da China reembolsa 100 por cento do Value-Added Tax (VAT), um tipo de imposto, pago sobre a venda de biodiesel de óleo extraído de gordura animal e óleo vegetal abandonados. Daí, a principal matéria-prima para a produção de biodiesel na China ser o óleo residual. A China possui atualmente 74 plantas de biodiesel, com produção de 2 milhões de toneladas/ano. Biodiesel obtido por microalgas surge como possível alternativa para o Governo Chinês, que vem incentivando fortemente pesquisas nesse propósito. (<http://www.jbc.org/cgi/doi/10.1074/jbc.M109.047084>)

Em conformidade com o sistema de economia do mercado socialista chinês, O NSFC coopera com o Ministério da Ciência e Tecnologia, formulando princípios, políticas e planos para o desenvolvimento de Pesquisa Básica na China.

A expressiva produção científica em biodiesel, posiciona a República Popular da China na segunda posição mundial, em número de publicações indexadas neste tema. A China perde apenas para os Estados Unidos, países em que o desenvolvimento da cadeia do biodiesel é programa governamental. Do mesmo modo, a China também figura como um dos maiores depositantes de patentes em biodiesel no mundo. Os resultados encontrados evidenciam o centralismo do Governo da República Popular da China, uma vez que as recentes políticas estabelecidas pelo Governo, visando uma matriz mais limpa e a segurança energética, foram determinantes no estabelecimento de um ambiente favorável à P&D, impulsionando, portanto, o desenvolvimento científico e tecnológico em biodiesel no país, como exposto no trabalho aqui apresentado.

As questões de uso da terra agrícola e água na República Popular da China constituem fatores limitantes para a expansão da participação do biodiesel na matriz energética chinesa, ou seja, é preciso maiores investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) para que a produção de biodiesel de segunda, terceira e quarta gerações, em grande escala, seja viável, colmatando a alta procura energética que a China necessita, para a expansão do seu crescimento económico, sem que seja ameaçada a segurança alimentar do país.

Como o maior país em população, a China consome grande quantidade de óleo comestível e descarrega mais de 2 milhões de toneladas de resíduos de gordura por ano, incluindo o óleo usado / resíduos de cozinha e óleo vegetal. Como resultado, a produção de biodiesel a partir de gordura de resíduos é uma maneira muito eficaz e significativa para resolver este problema social. Além disso, a indústria de biodiesel também ajuda o país para explorar uma maneira muito boa em substituição de energia fóssil e materiais químicos.

O plano estratégico das empresas reside em continuar a utilizar resíduos de gordura (óleos resíduos animais ou vegetais) como matéria-prima para a produção de biodiesel. Continuar a promover tecnologia de inovação. Expandir a capacidade atual de 100.000 TPA (toneladas por ano), apenas para o biodiesel em escala mais abrangente, que inclui novas linhas de produção, duas linhas de 50.000 TPA para o biodiesel, uma linha de 15.000 TPA para a glicerina industrial, e uma linha de 10.000 TPA para materiais de biomassa. Aumentar o consumo de gorduras residuais por 110.000 TPA, que vai reduzir o consumo de óleos fósseis por 120.000 TPA (equivalente a ficar 145.000 toneladas de carvão).

Longyan Zhuoyue New Energy Co., Ltd. (" Longyan Zhuoyue " ou " Grupo") , constituída em 2001, é uma empresa internacional de energia renovável com foco na utilização de óleos residuais animais e vegetais para produção de biodiesel , que é uma renováveis, não- fóssil, combustível alternativo ao diesel mineral. Longyan Zhuoyue tem muitos títulos honoríficos,

como o "National Chave High-Tech Empresa ", " Empresa Provincial demonstração de Reciclagem Economia " e " Provincial Experimental Empresa Inovadora". Líder na indústria de biodiesel da China, Longyan Zhuoyue tem duas grandes bases de produção com capacidade total de 100.000 toneladas por ano, em Longyan e Xiamen , respectivamente. Além disso, o Grupo tem uma capacidade de 5.000 toneladas por ano de glicerina industrial como subproduto.

Devido à vantagem de liderança em tecnologia, Longyan Zhuoyue está a desempenhar um papel importante na indústria de biodiesel da China. Nos últimos anos, tem levado vários projetos importantes nacionais, tais como o 10 º chinesa Nacional, 11 e 12 planos de cinco anos, o Programa de nível nacional de novos produtos importantes, o Projeto Nacional de Key State Torch.

Xiamen Zhuoyue Biomass Energy Co., Ltd., Fundada em agosto de 2006, Xiamen Zhuoyue Biomass Energy Co., Ltd., localizada na cidade de Xiamen (Zona Económica Especial), é uma das principais subsidiárias da Longyan Zhuoyue New Energy Co., Ltd., com capacidade de produção de 50.000 toneladas de biodiesel por ano. A Companhia também possui algumas recompensas, como a "National Demonstrativo Energy Conservation Project", "Unidade Avançada Municipal com Reciclagem Economia", "Chave da empresa de Tributação" e "Nova empresa de alta tecnologia."

Dongbao Planta, localizada na Longyan Dongbao Montanha, é uma nova base de produção de Longyan Zhuoyue New Energy Co., Ltd., que utiliza a nova geração de tecnologia de auto evolução, e tem capacidade anual disponível de 5.000 toneladas de glicerina industrial. Uma nova expansão está sobre a mesa, com um centro de engenharia técnica, e nova capacidade anual de 100.000 toneladas de produção de biodiesel e 15.000 toneladas de produção glicerina bruta.

7. Produção de biodiesel no continente africano

Em África, a produção de biodiesel tem sido sobretudo assente na produção de *jatropha*. A *jatropha* é um arbusto ou uma árvore pequena e que tem sido encarada com muito potencial no continente africano devido à sua característica de se desenvolver bem em solos marginais e com limitações de água. Outra vantagem desta planta é que pode dar frutos logo ao fim de um ano de plantação. Em alguns países, é possível efetuar três colheitas por ano (na região equatorial) mas esta produção depende da disponibilidade hídrica. Em zonas semi-áridas apenas uma colheita anual é considerada. Nas condições mais favoráveis podem obter-se produções de 8t/ha de semente. Mas em zonas como Cabo Verde, as produções alcançadas são de 0,2-2 t/ha.

Existem projetos em andamento efetivo em Angola e Moçambique, com a participação de empresas brasileiras e alguma coisa sendo desenvolvida na Guiné-Bissau, Botswana, Burkina-Fasso e Tanzânia. Mas há falta de capital para o desenvolvimento tecnológico, tanto agrícola como industrial, há escassez generalizada de energia elétrica, há poucos estudos sobre zonas agrícolas nos países com maior potencial, falta capital para investimento em projetos de porte, seja na área agrícola como na de produção industrial. Isto tudo sem contar que, num continente ainda com tanta pobreza e tantas questões políticas internas a resolver, há outras prioridades a serem atendidas.

7.1 Moçambique

Um trabalho de mestrado, realizado no Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) na localidade de Presidente Prudente, apresentou os impactos negativos causados pela expansão não planeada das lavouras energéticas em Moçambique. Segundo a pesquisa, o aumento das culturas de pinhão-mansão (e também de cana-de-açúcar) para a produção de biocombustíveis está deslocando a produção de alimentos do país africano e retirando comunidades dos seus locais de origem. O autor da pesquisa é um geógrafo de origem moçambicana José Maria do Rosário Chilaúle Langa, que desenvolveu seu mestrado como aluno de intercâmbio na Unesp. Ele concentrou a sua análise na província de Manica, região central do país africano. Segundo este investigador, a expansão das lavouras de pinhão-mansão levou a que os pequenos lavradores, responsáveis pela produção de géneros alimentícios, se ausentassem das terras que eles ocupavam tradicionalmente. Sem alternativa, esses trabalhadores tornam-se empregados nas produções de cana-de-açúcar ou da cultura da *jatropha*. "Toda sua relação com a terra é alterada", diz o investigador.

O geógrafo chama a atenção para o facto de que Moçambique não fabrica e nem consome biocombustíveis no seu território. O papel do país restringe-se à exportação de matérias-primas "*in natura*" usadas para abastecer outros países, sobretudo no continente europeu.

Hoje, os principais investidores do setor agro energético moçambicano são de origem europeia, mas é cada vez maior a participação de companhias brasileiras no negócio, a Petrobras Biocombustível e a Açúcar Guarani anunciaram investimentos lá. Sob o argumento de levar novos investimentos e reduzir a pobreza em Moçambique, essas e outras companhias do Brasil têm estabelecido acordos com o governo em Maputo. Esse não é o caminho que Langa considera o mais adequado para o desenvolvimento do seu país. "O desenvolvimento de uma população ou comunidade precisa ser endógeno, ou seja, deve vir de dentro, depende de cada ser humano que é responsável pela direção do processo", afirma.

Em Moçambique, segundo as leis do país, todas as terras pertencem ao Estado. Para trabalhar nelas, os agricultores recebem um documento chamado Direito de Uso e Aproveitamento da Terra (Duat) do governo federal. Desde que as culturas energéticas começaram a expandir-se com base em investimentos estrangeiros, os conflitos pela posse da terra têm-se acentuado. Por causa do surgimento e expansão do mercado de terras, foi possível perceber que os conflitos no campo, aumentaram na província de Manica, deixando as comunidades vulneráveis e sem terreno para desenvolver suas atividades.

A garantia de uma oferta abundante e de fontes diversas poderia consolidar um mercado ainda débil, deslocando a procura efetiva, dos combustíveis fósseis para os biocombustíveis. O caminho que se insinua pode ter apoio na experiência brasileira do Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel, onde a inserção da agricultura familiar é mandatória e suportada pela assistência técnica dos produtores industriais. Em África, isto pode significar o salto tecnológico que possibilitará uma agricultura que garanta a subsistência das famílias, o que não ocorre hoje, e induza o desenvolvimento de infraestruturas.

Cerca de 1,6 milhões de hectares ou a metade das plantações para a produção de biodiesel identificadas em países africanos como Moçambique e Senegal pertencem a empresas inglesas. Mas o uso de terras agrícolas para a produção de biocombustíveis está entre as principais causas dos aumentos nos preços dos alimentos o que pode resultar em problemas socio-económicos ainda mais acentuados, em algumas regiões de Moçambique.

Algumas empresas portuguesas, como a Galp Energia e a Visabeira, têm projetos agrícolas de produção, comercialização e distribuição de biocombustíveis em Moçambique

O projeto de perfuração na bacia do Rovuma, em Cabo Delgado, é a principal aposta da Galp Energia, uma das empresas portuguesas que exploram os biocombustíveis em Moçambique. O executivo de Maputo nunca divulgou a lista completa dos projetos apresentados para a exploração de biocombustíveis no país, contudo, garante ter disponível cerca de sete milhões de hectares para cultivo.

As empresas que apostaram em Moçambique detêm lotes de terrenos adequados à produção de oleaginosas, numa área que poderá ir até aos 150.000 hectares. De resto, a Galp Energia e a Visabeira estão a desenvolver um projeto conjunto agrícola para a produção, comercialização e distribuição de biocombustíveis em Moçambique. O projeto destina-se quer à exportação

para Portugal, com processamento em unidades de biodiesel da Galp Energia, quer à produção em Moçambique deste combustível, destinado ao mercado local. A Geocapital, empresa com sede em Macau, dos empresários Stanley Ho e Ferro Ribeiro, também está na “corrida” para a produção de biocombustíveis no país, tendo até anunciado investimento de 40 mil milhões de dólares para aplicar neste sector, nos próximos dez anos, em Moçambique, Angola e na Guiné-Bissau.

O desenvolvimento destas atividades ficará a cargo da Moçamgalp, empresa constituída pela Galp Energia e Visabeira, que vai também promover a construção de uma unidade industrial para produção de óleo vegetal. No início do ano, Moçambique, Brasil e União Europeia (UE) iniciaram formalmente a Cooperação para o Desenvolvimento de Projetos Sustentáveis de Biocombustíveis, que preconiza a elaboração de um mapa de bioenergia em Moçambique, visando apurar o potencial deste recurso.

No quadro da iniciativa, a Vale, companhia mineira do Brasil, irá disponibilizar 580 mil euros para a realização de um estudo de viabilidade sobre os recursos bioenergéticos moçambicanos, competindo à Fundação Getúlio Vargas (FGV), do Brasil, presidir ao levantamento no terreno, em parceria com técnicos moçambicanos.

Em Moçambique, onde já se iniciou a plantação de *jatropha* a Galp Energia tem um projeto para o desenvolvimento de um polo agrícola para a produção, comercialização e distribuição de biocombustíveis. Este projeto inovador prevê o investimento na produção de *jatropha* e palma em Moçambique, duas culturas energéticas que não concorrem com a cadeia alimentar e permitem o aproveitamento de solos pobres com menor potencial agrícola. O projeto dos biocombustíveis da Galp Energia alcançou progressos significativos em 2009, com o cultivo das primeiras parcelas experimentais de *jatropha* curcas Linn (JCL) em Moçambique.

O projeto moçambicano assenta em princípios de sustentabilidade ambiental que determinaram a escolha do local das plantações, afastando-as de solos com aptidão agrícola elevada, assim como de solos que impliquem alterar áreas florestais ou ricas em biodiversidade, alterando os stocks naturais de carbono.

A investigação da transição dinâmica, relacionada com a evolução de *jatropha* em Moçambique, concentra-se nas condições (infraestruturas, instituições estruturais, interação, colaboração, capacidades e recursos) que permitem ou restringem as interações entre as experiências ao nível do nicho de energia produzida nas plantações de *jatropha*, assim como na agricultura e desenvolvimento dos regimes rurais em Moçambique.

Os investidores agroindustriais de *jatropha*, estão focados na criação de projetos em áreas de infraestruturas relativamente boas. Além disso, insistem predominantemente na produção instantânea de *jatropha* em vez de se preocuparem com toda a cadeia de valor, o que acaba por ser um maior desafio, pois o crescimento de uma cultura de *jatropha* produtiva é bem mais complexa do que o inicialmente se previa.

A forte colaboração dos ministérios internos e a interação que a sociedade civil organizada representa, contrastou com um setor privado não-organizado, isolando bastantes projetos de pequenos produtores de *jatropha*. A crise financeira global e a capacidade limitada de adaptação, reduziram o tempo e o espaço para experiências e aprendizagens, de forma a superar o desempenho decepcionante desta cultura.

O potencial dificultado, da *jatropha* em desafiar a falta de energia, juntamente com os regimes de desenvolvimento agrícola e rural, poderiam dar início ao desenvolvimento de políticas de regulação e interação estimulada e colaboração entre grupos específicos de partes interessadas na produção de *jatropha*, o que poderia servir de base para alcançar o impulso do futuro dos biocombustíveis em Moçambique.

CONCLUSÕES

Reduzir a poluição ambiental é um objetivo mundial. O uso de combustíveis de origem fóssil tem sido a principal causa do efeito de estufa. Muitos países, estão a trabalhar para a substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, incluindo principalmente o biodiesel. A finalidade é a de reduzir a emissão de diversos gases causadores do efeito estufa, por exemplo do gás carbónico e também das emissões associadas ao enxofre e melhorar as condições ambientais, sobretudo nos grandes centros, evitando assim despesas no combate aos prejuízos da poluição.

Os biocombustíveis aparecem como fontes de energia renováveis e inesgotáveis encontradas para substituir os combustíveis fósseis no setor dos transportes. A produção de biodiesel possibilita planejar financiamentos internacionais em condições favorecidas, no mercado de créditos de carbono, sob o mecanismo de desenvolvimento limpo, previsto no protocolo de Quioto. No aspeto político-económico, a sua grande vantagem é tornar os países mais independentes dos fornecedores de petróleo e de gás natural. No plano ambiental, a sua utilização tem como consequência a redução das emissões líquidas de GEE (Gases com Efeito de Estufa). Há ainda a vantagem adicional, de gerarem desenvolvimento rural, favorecendo assim regiões socialmente desfavorecidas.

Há o lado positivo da substituição do petróleo pelos biocombustíveis, como também há uma série de opiniões contrárias. Há pesquisas que alertam para uma série de problemas que devem ser tratados antes de uma substituição total com vista à sustentabilidade, tais como: incentivo a agricultura familiar; delimitação do tamanho das propriedades; formação de cooperativas; criação de uma rede nacional de centrais. Para uma avaliação mais precisa dos benefícios ambientais do biodiesel, é necessário levar em conta todo seu ciclo de vida, envolvendo a produção de sementes, fertilizantes, agrotóxicos, preparo do solo, plantação, processo produtivo, colheita, armazenamento, transporte e consumo desse combustível renovável. Quanto ao efeito estufa, há que avaliar a quantidade de gases emitida em todas as fases desse ciclo e deduzi-la do volume capturado na fotossíntese da biomassa que lhe serve de matéria-prima. Em todo o globo a principal preocupação tem sido a modificação do uso do solo.

No que diz respeito a Europa, a colza e o girassol são as oleaginosas que representam um papel mais relevante na produção de biodiesel. No que diz respeito ao continente americano, a oleaginosa mais usada é a soja sendo os principais países produtores o Brasil e os EUA. O continente asiático tem apostado fortemente na produção de culturas oleaginosas, com maior relevância para o óleo de palma. No continente africano, Moçambique foi o país abordado com as suas culturas energéticas, as problemáticas das divisões dos terrenos e a aposta da Galp e da Visabeira no óleo de *jatropha* e de palma. No resto do continente a aposta tem recaído na produção de *jatropha* mas sem grandes sucessos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barry G. (2005) – Biofuels threaten rainforests as important European Commission decision lies ahead. In http://news.mongabay.com/2005/1001-forests_org.html), consultado em fevereiro de 2014

Beurskens, L.W.M.; Hekkenberg, M.; (2010) Renewable energy projections as published in the national renewable energy action plans of the European member states- covering all 27 member states. Copenhagen, Denmark, EEA, 244p.

Biofuels Support (2010) BIOFUELS – AT WHAT COST? Government Support for Ethanol and Biodiesel in the European Union – 2010 Update; Prepared by Jung, A.; Dörrenberg, P.; Rauch, A.; Thöne, M.; Institute of Public Economics, University of Cologne.

BP (2014) Statistical review of World Energy. 48p

Branco, A.; Nasato, S. D.; Colpani, L. G. (2007) Biodiesel. Trabalho de Engenharia Bioquímica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Bringezu, S., Schütz, H., O'Brien, M., Kauppi, L., Howarth, R.W. McNeely, J. (2009) Assessing biofuels. United Nations Environment programme. 120 p

Butler RA (2005) – Amazon deforestation slows in Brazil for 2005. In <http://news.mongabay.com/2005/1205-amazon.html>, consultado em fevereiro de 2014

Dauber J, Brown C, Fernando AL, Finnan J, Krasuska E, Ponitka J, Styles D, Thrän D, Van Groenigen KJ, Weih M, Zah R (2012) Bioenergy from “surplus” land: environmental and socio-economic implications, *BioRisk*, 7, 5-50

Decreto-Lei n.º 117/2010 de 25 de Outubro, Estabelece os critérios de sustentabilidade para a produção e utilização de biocombustíveis e biolíquidos e define os limites de incorporação obrigatória de biocombustíveis para os anos 2011 a 2020, Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento.

Delucchi, M.A. (2006) Lifecycle analysis of Biofuels, Report UTC-ITS-RR-06-08 – Institute of transportation studies, University of California, Davis, May. www.its.ucdavis.edu/people/faculty/delucchi, acedido em maio de 2014.

DGEG, 2010 <http://www.dgge.pt/> - DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, acedido em Novembro de 2010.

DGEG, 2011 <http://www.dgge.pt/> - DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, acedido em Novembro de 2011.

El Bassam, N. (1998) Energy plant species. James & James (Science Publishers) Ltd, Londres, Reino Unido, 321 p.

Embrapa (2007) <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/fevereiro/foldernoticia.2007-02-26.6086937490/noticia.2007-02-26.0358436625>, consultado em fevereiro de 2014

EU (2013) Relatório sobre os progressos no domínio das energias renováveis. RELATÓRIO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU E AO COMITÉ DAS REGIÕES

European Biodiesel Board (EBB) (2007) Statistics, available at <http://www.ebb-eu.org/index.php>, consultado em maio de 2014.

Eurostat, 2010 <http://ec.europa.eu/eurostat> - Eurostat, 2010, consultado em julho 2014

FAO (2014) FAO Food Price Index. Disponível em <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>. Consultado em Março de 2014.

FAO (2005) The Food and Agriculture Organization of the United Nations's Global Forest Resources Assessment (2005) and the State of the World's Forests (2005, 2003, 2001).

FAOSTAT (2014). FAO Statistics Division 2014. Disponível no portal <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Consultado em Março de 2014.

Farrell, A. E, Plevin, R.J., Turner, B. T., Jones, A. D., O'Hare, M., Kammen, D. M., (2006) Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals, *Science*, 311, 506-508.

Felizardo, P. M. G.(2003) Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Usados de Fritura; Instituto Superior Técnico.

Fernando, A.L., Duarte, M.P., Almeida, J., Boléo, S., di Virgilio N., Mendes, B. (2010a) The influence of crop management in the environmental impact of energy crops production. In: Spitzer, J., Dallemand, J.F., Baxter, D., Ossenbrink, H., Grassi, A., Helm, P. (eds) Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition, From Research to Industry and Markets. 3-7 May 2010, Lyon, France, ETA-Renewable Energies and WIP-Renewable Energies, pp 2275-2279

Fernando, A.L., Duarte, M.P., Almeida, J., Boléo, S., Mendes, B. (2011) Environmental Pros and Cons of Energy Crops Cultivation in Europe. In: Faulstich, M., Ossenbrink, H., Dallemand, J.F., Baxter, D., Grassi, A., Helm, P. (eds) Proceedings of the 19th European Biomass Conference and Exhibition, From Research to Industry and Markets. 6-10 June 2011, Berlin, Germany, Organized by ETA-Florence Renewable Energies and WIP-Renewable Energies, published by ETA-Florence Renewable Energies, pp 38-42

Fernando, A.L., Duarte, M.P., Almeida, J., Boléo, S., Mendes, B. (2010b) Environmental impact assessment of energy crops cultivation in Europe. *Biofuel Bioproducts and Biorefinery*, 4, 594–604.

Fernando (2009) Apontamentos das aulas de Produção de Culturas energéticas, FCT/UNL.

Fritsche U.R., Sims R.E. H., Monti A (2010) Direct and indirect land-use competition issues for energy crops and their sustainable production – an overview, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Volume 4, Issue 6, pages 692–704,

Gomes, R. (2006) Manual do Biodiesel – Uma energia alternativa, uma solução energética. Lisboa: Litexa Editora.

IEA (2011b), Proposed work plan for energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems, OECD/IEA, Paris. 66

Ma, F.; Hanna, M. (1999) Biodiesel production: a review, Bioresource Technology,

Mae-Wan H. (2006) – Biocombustíveis: Biodevastação, fome & falsos créditos de carbono. In http://resistir.info/ambiente/biodevastacao_p.html), consultado em fevereiro de 2014

McCarthy J.F. (2010) Processes of inclusion and adverse incorporation: oil palm and agrarian change in Sumatra, Indonesia. Journal of Peasant Studies, 37, 821-850.

NP EN 14214 (2009) Combustíveis para automóveis. Ésteres metílicos de ácidos gordos (FAME) para motores a gasóleo. Especificações e métodos de ensaio. IPQ, Caparica.

Oliveira, A.C., Felizardo, S.A., Oliveira, B.L., Rosa M.F. (2004) Matérias-primas alternativas para produção de biodiesel. XII Congresso Ibérico e VII Ibero-Americano de energia solar, Vigo, Espanha, 14-18 Set., Asociación Española de Energia Solar.

PNAER (2013), PLANO NACIONAL DE ACÇÃO PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS AO ABRIGO DA DIRECTIVA 2009/28/CE . Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis para Portugal para o ano de 2020. República portuguesa.

Rodrigues, S. (2006) Óleos alimentares usados – Ponto de situação deste fluxo de resíduo a nível nacional. Trabalho realizado no âmbito da cadeira de Gestão de Fluxos Especiais de Resíduos, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica.

Silva, S. d. (2009) Breve enciclopédia do biodiesel. Porto: Vida Económica.

Simas, A. S. L. (2008) Produção de Biodiesel a partir de óleos vegetais virgens e usados, comparando transesterificação básica e enzimática. Dissertação de Mestrado em Bioenergia, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica.

Zah, R., Böni, R., Gauch, M., Hischer, R., Lehmann, M. and Wäger, P. (2007) Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. EMPA.

Zhang, Y.; Dub, M.A.; Mclean, D.D.; Kates, M. (2003) Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment, Bioresource Technology, 89, 1-16

www.bndes.gov.br

www.cbd.int/agriculture/2011-121/UNEP-WCMC3-sep11

<http://gbf-bio.de/en/products/biodiesel.html>

<http://www.biodieselbr.com>

<http://www.bio-oelwerk-md.de/index.php/en/production/manufacturing-process>

<http://www.ecomotion.de>

<http://www.jbc.org/cgi/doi/10.1074/jbc.M109.047084>

<http://www.portal-energia.com/os-biocombustiveis-em-portugal/>

<http://www.whrc.org/resources/publications/pdf/SearchingeretalScience08.>